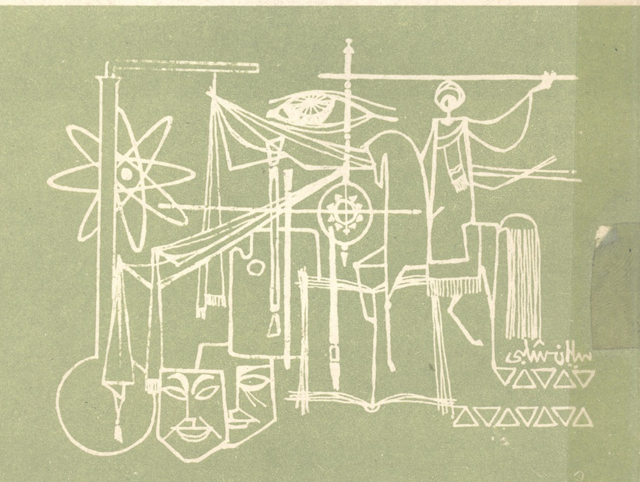
الهيئة المصرية العامة للتأليف والنشر

المكتبة الثقافية
العدد ٢٧٥

السيبرنية

فى الإنسان والمجتمع والتكنولوجيا

دكتور محمد مصطفى الفولى



المكتبة الثقافية
(جامعة حرة)
٢٧٥

السيبرنية

فى الإنسان والمجتمع والتكنولوجيا

دكتور محمد مصطفى الفولى

الهيئة المصرية العامة للتأليف والنشر
١٩٧١

اهداء ...

الى اخـوانى وزملائى شـــباب مصر
والوطن العربى أهدى هذا الكتاب...
محاولة على الطريق للربط بيننا وبين
الثقافة العلمية العالمية .

مقدمة

عزيزى القارىء ...

ان العصر الذى نعيشه يتميز بانتشار الآلة والأوتوماتية، ويعتبر الصناعيون أنهم يعيشون فى ثورة صناعية ، لا تقل أهمية وأثرا عن عصر الثورة الصناعية الذى أعقب اكتشاف الآلة ، ان لم تزد عنها . وهذه الثورة الجديدة سببها الأوتوماتية . وأخذنا نسمع اصطلاحات جديدة مثل العقول الالكترونية والأجهزة الموجهة من بعد ، والأجهزة الموجهة ذاتها ، وغيرها من الاصطلاحات الفنية الأخرى .

والعلوم البيولوجية تشهد أيضا تطورا ، لا يقل أهمية بالنسبة للانسان ، عن التطور الذى شهدته العلوم الفيزيائية فى أواخر القرن الماضى ، وأوائل القرن الحالى ، وكان نتيجته اكتشاف طبيعة المادة ، وتركيب الذرة ، ثم

اكتشاف الطاقة الذرية ، وتصنيع القنبلة الذرية ، ثم تسخير الطاقة الذرية لخدمة الانسان ٠٠٠ والعلوم البيولوجية تحاول الكشف عن أصل الحياة وطبيعتها (مثلما تبحث العلوم الفيزيائية فى أصل المادة) والسبب فى أن كائننا ما يكون حيا ، وكيف يعمل الكائن الحى على أن يظل حيا ، وهل يمكن التأثير بصورة أو أخرى على صفات هذا الكائن وكيف ؟ والاكتشافات التى توصل اليها البيولوجيون فى هذا المجال تفتح للانسان آفاقا غير محدودة فى مختلف الاتجاهات، الا انه ولا شك يمكن اساءة استغلالها فتضر بدلا من أن تفيد ، مثل الطاقة الذرية التى استخدمت فى صنع القنبلة الذرية المدمار ، وفى نفس الوقت استغلت كطاقة محركة للسفن وغيرها من الاستخدامات السلمية ٠

ويعلق بعض المتتبعين لهذه الاكتشافات البيولوجية ، بأنه لن يمضى وقت طويل حتى يصبح علماء البيولوجيا من الثروات الوطنية ، التى يجب الحفاظ عليها ، ووضعها تحت رقابة شديدة ، كما كان الحال بالنسبة لعلماء الفيزياء فى الماضى ٠

ومهما كان مدى صحة هذا التنبؤ، فاننا ولا شك نعيش فعلا ، أو قادمون على حقبة علمية من أخصب الحقبات التى مر بها تاريخ الانسان ٠ هذه الحقبة ستشهد التحاما جديدا بين علوم الطبيعة والبيولوجيا من جهة ، والفلسفة من جهة أخرى ، بعد أن طال ابتعادها ٠ أو بمعنى آخر التحاما بين العلوم التجريبية والعلوم الانسانية بوجه عام ٠ وهذا

سيزيد من ثراء الانســان العلمى فى مختلف المجــالات ، وسيزيد من تفهمنا للمادة والحياة ويسهل تسخيرهما لخدمة المجتمع داخل اطار الدين والأخلاقيات والفلسفة والمنطق.

ومن أهم انجازات العلم الحديث خلال القرن العشرين، وضع أساسيات وتطبيقات علم السيبرنية الذى يطلق عليه أيضا السيبرناتيكا أو السيبرناطيقا .

واستطاع علم السيبرنية أن يلعب دورا هاما ورئيسيا فى الربط بين النظم الحية والنظم التكنولوجية ،أو بين الحياة والمادة ، اذ تعمل أســاسياته على زيادة تفهم ســير النظم الحية ، أما التطبيقات المتعددة لهذه الأساسيات فتساعد على تطوير العــلوم التطبيقية التكنولوجية ، وتعمــل على ازدياد رفاهية الانســــان . وأدت السيبرنية الى تطوير الآلات الحاســبة الألــكترونية ، وآلات التحكم المختلفة ، وبالذات فى مجال اطلاق الصواريخ ، والتحكم فى اتجاهاتها، مما أدى الى تطوير وســائل الدفاع الجوى ، وســاعد على سرعة انجاز برامج الفضاء . ولم تقتصر تطبيقاته على هذه المجالات ، بل تعدتها الى نواحى الحياة الأخرى .

وسنحاول فى هذا الكتاب ، بقدر المستطاع ، اعطاء فكرة عامة عن هذا العلم... أساسياته التى بنى عليها... وتطبيقاته فى العــلوم المختلفة ، مبتعدين كل البعــد عن التعقيدات الرياضية المتعددة ، والتى لولاها لما استطاع

هذا العلم ، فى هذه الفترة الوجيزة ، أن يحقق ما حققه من انجازات علمية وتكنولوجية .

وفقنا الله تعالى الى كل ما فيه خير الوطن والانسانية .

دكتور محمد مصطفى الفولى

الأهرام (جيزة)
فى مارس سنة ١٩٧١

تمهيد

السيبرنية علم جديد ، ولكن هذا اللفظ استخدم لأول مرة بالفرنسية فى عام ١٨٣٤ ، الا أن السيبرنية كعلم لم تتبلور الا بعد أن وضع العالم الأمريكى نوربرت فينر كتابه المشهور فى عام ١٩٤٨ وضمنه الأساسيات العامة لعلم السيبرنية ورغم أنه هو نفسه حذر فى هذا الكتاب من اعتباره مرجعا لهذا العلم ، الا أن الكتاب شمل معظم ما كان معروفا من أساسيات هذا العلم وتطبيقاته فى ذلك الوقت واحتوى الأساس الرياضى لعديد من النظريات السيبرنية . واعتبر عام ١٩٤٨ الميلاد الرسمى للسيبرنية كعلم له أصوله وقواعده .

وأهمية السيبرنية تعود الى أن هذا العلم يدخل فى حياة الانسان منذ مولده حتى نهاية عمره . ونظرياته تشرح كيف تعمل الأجهزة الداخلية فى جسم الانسان ،

وتفسر سلوك الانسان الاجتماعى تجاه الجماعة ، والتداخل بين سلوك الجماعة والفرد .. وتوضح كيف تعمل مراكز القوة فى المجتمعات المختلفة على التأثير فى قدرة الفرد (وبالتالى الجماعات) على اتخاذ القرارات ، وكيف يمكن توجيه اتخاذ القرارات فى ناحية معينة لتحقيق هدف معين . وفى مجالات التطبيق أمكن باستخدام النظريات السيبرنية تصميم آلات التوجيه الذاتى ، والآلات الحاسبة الآلية ، والصواريخ الموجهة وغيرها .

وحتى نرى كيف تعيش السيبرنية داخل ، ومع كل انسان ، سنتتبع الخطوط العامة لحياة أى فرد ، فى أى مجتمع من المجتمعات ، سواء فى الشمال أو الجنوب ... فى الشرق أو الغرب ، بغض النظر عن اللون أو الجنس أو الدين أو الاتجاه السياسى أو الاقتصادى .

تبدأ حياة الانسان بتزاوج الرجل والمرأة ، وحدوث تلقيح واخصاب البويضة الأنثوية ، وتكوين أول خلية لتصبح نواة للانسان الذى سيتكون منها ... هذه الخلية تتكاثر وتنقسم وتتطور ، وينشأ عنها خلايا مختلفة الأشكال ، لتؤدى وظائف مختلفة ، لتعطى فى النهاية انسانا حيا ، بالشكل الذى نعرفه للانسان ، مع اختلافات ظاهرية بسيطة فى لون الجلد والعين والشعر ... الخ بين كل شخص وآخر .

عملية انقسام الخلية وتكوين خلايا مختلفة فى الشكل، وفى الوظائف الحيوية التى تؤديها ، من خلية واحدة ،

لتعطى فى النهاية الانسان بشكله النهائى ، تخضع فى معظم ، ان لم يكن فى كل ، مراحلها للنظريات السيبرنية ... بل ان النظريات السيبرنية نفسها نشأت وتطورت لتفسير هذه الظواهر البيولوجية .

هذا الانسان يولد ، ويبدأ فى التعلم مما حوله من أشياء وكائنات ويحس بها ويتجاوب معها ، وهذه العمليات يتحكم فيها الجهاز العصبى للانسان ، الذى يعتبر أساسا لكل النظم السيبرنية ... كذلك عمليات النمو ، وهضم الغذاء ، والرغبة الجنسية ، وغيرها من العمليات الحيوية ، عبارة عن نظم سيبرنية مختلفة .

هذا الانسان قد يتعرض خلال حياته لأمراض متعددة ... معظم هذه الأمراض التى قد لا يكون لها سبب واضح ، كالكسر مثلا ، أو الاصابة بمسببات خارجية ، مثل الميكروبات ... الأمراض التى لا تدخل ضمن هذه المجاميع ، تكون فى معظم الأحيان ناتجة من خلل فى النظم السيبرنية البيولوجية داخل جسم المريض ... مثل بعض الأمراض العقلية والعصبية ، والخلل الذى ينشأ من تركيز السكر فى الجسم وغيرها ... والسرطان ذلك الداء الوبيل الذى حار العلماء والأطباء فى علاجه ، أمكن تفسير ظهوره وانتشاره تبعا للأسس السيبرنية . وأمكن لهذه النظرية الحديثة فى تفسير السرطان ، أن تجمع فى داخلها كل المسببات ، التى كان العلماء يعتقدون أن أحدها قد يكون السبب الرئيسى لظهور المرض ، وبالتالى

حسمت الخلاف بين العلماء والأطباء حول سبب ظهور المرض . وأعطت تفسيرا حديثا له ، مما ساعد على تجميع المجهودات للوصول الى طريقة لمنع انتشار المرض ، أو لمنع ظهوره أصلا ٠

ان الانسان لا يعيش وحيدا يأكل ويمرض ويتكاثر ٠٠٠ ولكن حتى اذا اقتصر وجوده على أداء هذه الوظائف ، فهو يحتاج الى أنثى اذا كان ذكرا ، والى ذكر اذا كانت أنثى . حتى يمكن أن يؤدى وظيفة التكاثر وحفظ النوع ٠٠٠ وبالتالى فهو لا يقضى حياته وحيدا ٠٠٠ بل فى اطار مجموعة من الأشخاص الآخرين ٠٠٠ أى فى مجتمع ، مهما كان هذا المجتمع صغيرا أو كبيرا ٠٠٠ ووجود الانسان داخل مجتمع ، يدفعه الى محاولة ايجاد وسيلة من الوسائل لربط أفراد المجتمع بعضهم ببعض . ومحاولة التوفيق بين رغباتهم المختلفة ٠٠٠ وقبل هذا وذاك ٠ يجب أن تنشأ بينهم وسيلة للتفاهم أو ما نسميه الآن باللغة ٠ هذه اللغة قد تكون عبارة عن اشارات أو أصوات معينة ، وتصل فى أعلى مراحل تطورها المعروفة الى ما نعرفه الآن من اللغات المكتوبة ، ذات الأصول والقواعد الثابتة ٠٠٠ اللغة فى حد ذاتها نظام السيبرنية ٠

واذا وجدت الجماعة واللغة ، ووضع للجماعة نظام معين للتوفيق بين رغبات أفرادها نشأ ما يسمى بالمجتمع ، الذى يحتاج كلما زاد عدد أفراده الى نظم أكثر تعقيدا لتنسيق العلاقات بينهم ، فنرى فى المجتمعات البدائية

شيخ القبيلة ، ويتطور الأمر فى المجتمعات الحديثة الى وجود الحكومات بأشكالها المختلفة ، والسلطات التنفيذية والتشريعية وغيرها . وعندما يكبر المجتمع تصبح لغة التخاطب بين شخص وشخص ، قاصرة عن توصيل المرغوب الى كل أفراد المجتمع ، اذ يصبح من العسير على ممثلى السلطات المختلفة التعرف على وجهات نظر كل فرد فى المجتمع . بسماع رأيه شخصيا ، أو توصيل المعلومات اليه ، عن طريق التحدث اليه شفهيا . ومن هنا نشأت وسائل الاتصال الجماعية ، أو وسائل الاعلام ، مثل المنادى فى المجتمعات الصغيرة ، التى لا تعرف القراءة والكتابة ، والنشرات العامة المكتوبة ، ثم الصحافة بمختلف أنواعها وأشكالها . ثم الاذاعة والسينما والمشواف (التليفزيون) وغيرها . وكلما كبر المجتمع ، وتعددت الأنشطة بين أفراده . قل اهتمام الفرد بالكثير من أمور المجتمع ، التى لا تمس حياته مساسا مباشرا ، وأصبح بعيدا عن مصادر اتخاذ القرارات ، بحيث لا يمكنه بسهولة التأثير على اتخاذ القرارات ... ولكن لا بد لكل مجتمع من المجتمعات ، مهما كانت صورته السياسية أو الاجتماعية أو الاقتصادية، أن يعمل على التنسيق بين رغبات الأفراد بعضهم وبعض ، وبينهم وبين المجتمع ككل . ويجب أن يكون اتخاذ القرارات ، على الأقل نظريا ، فى صالح الأفراد أنفسهم . ولذا يجب اشتراكهم بصورة أو أخرى فى اتخاذ القرارات المختلفة أو على الأقل اعطاؤهم الفرصة لاختيار من ينوب

عنهم فى اتخاذ القرارات ، وهكذا من الصور المختلفة التى نعرفها للدول الحديثة .

ولكن عملية اتخاذ القرارات ، كما سنرى فيما بعد ، يجب أن يسبقها توفر معلومات متعددة عن الموضوع الذى سيتخذ القرار بشأنه ، وما يحيط به من ملابسات ، وما يمكن أن يحدث من ردود فعل نتيجة الاتجاه بالقرار نحو هذا الاتجاه أو ذاك ... عملية توفير المعلومات واتخاذ القرار ، ودراسة ردود الفعل المختلفة التى قد تحدث وادخالها فى الحسبان ، ثم اتخاذ قرار معين بناء على ذلك ، عملية سيبرنية سنتناولها تفصيليا فيما بعد .

وهكذا نرى أن الطبيعة تسير فى كثير من عملياتها الحيوية تبعا للنظم السيبرنية ... كذلك العلاقات الاجتماعية بين أفراد المجتمع الانسانى تحكمها النظريات السيبرنية .

ولكن هل الانسان أو المجتمع الانسانى فقط هو الذى يسير وفق هذه النظم ... بالطبع لا ، فالطبيعة لا تفرق بين الكائنات الحية بها مهما كان نوعها ... وجميعها فيما يتعلق بوجودها ونظم حياتها العامة ، تتبع نفس القوانين ، وتسير وفقا لنفس النظم والقواعد ... لذلك نجد أيضا ان تكاثر الحيوانات والحشرات والنباتات يخضع عموما لنفس نظريات تكاثر الانسان ولا شك فى أن هناك بعض الشواذ ، الا أنها لا تؤثر على النظريات العامة ... كذلك الحركة فى الحشرات تخضع لنظم سيبرنية مثل حركة

الانســـان ، وغيرها من مظاهر الحيــاة الأخرى ٠

وبعد أن اســتطاع الانســان دراســة هــذه النظم الطبيعية ، واستخلاص النظريات الأساسية العامة ، التى تفسر وتشرح عمل النظم السيبرنية ، بدأ فى تطبيق هذه النظريات لزيادة رفاهيته ٠ وبدأ الانســـان فى تصميم الآلات التى تعمــل تبعا للنظم السيبرنية ، مثــل الآلات الحاســبة الالــكترونية ، وآلات التحــكم الذاتى ، وآلات التوجيه من بعد ٠ وسمعنا عن الطائرات التى تطير بدون قائد ، وتوجه من الأرض ، والطائرات التى توجه ذاتيا ، والقطارات التى تسير بدون سائق ٠ وسمعنا أيضــا عن المصانع والآلات التى تعمــل ذاتيا ، وغيرها من المنجزات التكنولوجية للسيبرنية ٠

وهكذا أصبحت السيبرنية جزءا لا يتجزأ من الانسان الحديث ، تعيش معه فى جسمه ، وفى علاقاته مع أفراد المجتمع ، وفى الأجهزة والأدوات التى يستخدمها فى حياته ٠٠٠ ونظرا لما فتحته الدراسات والتطبيقات السيبرنية من آفاق لا حصر لها أمام الانسان ، فان هناك احتمالات لأن تتجه هذه التطبيقات ناحية عكسية وتعمل على اقلاق حياة الانســان ، بدلا من العمــل على زيادة رفاهيته ٠ ويدلل كثير من معارضى التطبيقات السيبرنية التكنولوجية على رابهم هذا ، بأن الثورة الصناعية الجديدة ، التى أحدثها استخدام النظم والآلات السيبرنية فى الصناعة ، أدت الى الاستغناء عن الأيدى العاملة ٠ الا أن مؤيدى السيبرنية

يردون بأن انتاج الآلات السيبرنية فى حد ذاته . يحتاج الى الانسان ، وأن استخدام أى اكتشاف علمى جديد ، لرفع المستوى الحضارى للانسان ، أو للقضاء عليه يتوقف فى حد ذاته على هذا الانسان نفسه ، الذى يتحكم فى طرق استخدام الاكتشاف الجديد . وفى هذا يقول نوربرت فينر فى كتابه السابق الذكر .

« الثورة الصناعية الحديثة ستعمل على تقليل الاعتماد على العقل الانسانى ، على الأقل بالنسبة للقرارات البسيطة أو الروتينية التى يتخذها . ولكن كما استطاع عامل البناء الفنى ، والميكانيكى الماهر ، والحائك المتمكن التغلب الى حد ما على أضرار الثورة الصناعية الأولى ، فان الباحث ورجل الادارة المتمرنين يمكنهما أن يتغلبا على أضرار الثورة الصناعية الثانية . ولكن كيف ... الجواب هو أننا نحتاج الى مجتمع يقوم على سيادة القيم الانسانية . وليس على البيع والشراء . وحتى يمكن أن نصل الى هذا المجتمع ، فاننا نحتاج الى تخطيط واسع ومعارك عديدة . هذه المعارك يجب أن تكون (اذا سارت الأمور كما نرجو) على المستوى الفكرى . أما اذا سارت فى طريق آخر فاننا لا ندرى على أى مستوى ستكون هذه المعارك ... وليس فى امكاننا أيضا أن نوقف هذا التقدم التكنيكى . انه سمة العصر ، ولكن كل ما نستطيع عمله ، هو أن نمنع أن يقع هذا التقدم فى أيدى التكنولوجيين عديمى المسئولية ... اننا يمكن أن نعمل على أن تفهم أكبر قاعدة ممكنة من الرأى

العام ، اتجاه ووضــع العمــل الحالى • وفى نفس الوقت نركز دراستنا على تلك الدراســات الفسيولوجية ونبعد بقدر الامكان عن الحرب والاستعباد » •

ويستطرد فيقول :

« أنا أكتب هذا الكلام فى عام ١٩٤٧ • ويجب أن أعترف بأن الأمل فى تحقيقه ضعيف جدا » •

ومنذ ذلك التــاريخ حتى الآن تطورت السيبرنية ، وتعــددت مجالات اســتخدام نظرياتها فى سرعة نادرة ، وقسمت الى فروع مختلفة ، بل ان هذه الفروع نفســها تفرعت فى اتجاهات متعددة مختلفة ، وتدرس السيبرنية كعلم قائم بذاته فى كثير من جامعات أوروبا وأمريكا •

ويعتبر ما تم حتى الآن من تفهــم لأســـاســـيات السيبرنية ،وما توصل اليه من تطبيقات تعتمد على هذه الأســاسيات ، جزءا قليــلا جدا مما يمكن أن يتحقق فى المستقبــل • لذلك فان كثيرا من البــاحثين يطلقون على السيبرنية ـ وبحق ـ ••• علم المستقبل •

الفصل الأول

ماهية السيبرنيــة

نوربرت فينر

Norbert Wiener

ولد فى مدينة كولومبيا بولاية ميسورى فى الولايات المتحدة الامريكية فى عام ١٨٩٤ . ويعتبر تاريخ حياته مثالا حيا للعبقرية والنبوغ . ومنذ صغره وحتى توفى فى عام ١٩٦٤ كان ينتقل من نجاح لآخر وترك للانسانية رصيدا ضخما من النتائج والأفكار العلمية .

التحق فى الحادية عشرة من عمره بالجامعة وانهى دراسته بالحصول على شهادة الدكتوراه من جامعة هارفارد فى الثامنة عشرة . ثم واصل الدراسة فى جامعات كورنل وكولومبيا بالولايات المتحدة الأمريكية ، وكامبردج بانجلترا ، وجوتنجن بالمانيا ، وكوبنهاجن بالدانمرك . وأصبح أستاذا فى معهد ماساشوستس للتكنولوجيا فى سن الأربعين .

نشر العديد من الموضوعات والكتب والمقالات العلمية حول السيبرنية وتطبيقاتها وبالذات فى المجالات الهندسية والاجتماعية ، وساهم فى اختراع الرادار ووسائل الاتصال فى الجو .

وتعدى اهتمامه بالرياضيات والسيبرنية الى أشياء اخرى منها اتقان اللغات ، ويقال أنه كان يتقن على الأقل اثنتى عشرة لغة منها اللغة الصينية . وكان عالما ملتزما بالانسانية كلها ، ولم يشغله نجاحه العلمى عن الانسان ، وكان يحذر باستمرار من سوء استخدام النتائج العلمية ضد رفاهية الانسان .

السيبرنية كعلم جديد له مفاهيم وتعريفات عديدة ، وقد وصف ذات مرة بأنه « العلم الذى يشرح فيه الفسيولوجيين للمهندسين كيف يبنون الآلات ، ويشرح فيه المهندسون للفسيولوجيين كيف تسير الحياة » ٠

كما يطلق على السيبرنية « العلم الذى يدرس النظريات العامة للتحكم فى النظم المختلفة سواء كانت بيولوجية أو تكنولوجية » ٠ ويعرف أيضا بأنه « علم نقل الاشارات أو علم التحكم الذاتى » ٠

واتفق كثير من العلماء أخيرا على تفسير السيبرنية بأنها : « العلم الذى يفسر عمل النظم المختلفة ، التى تعتمد فى عملها على اشارات تصل اليها ، بغض النظر عن كون هذه النظم فيزيائية ، أو فسيولوجية ، أو سيكولوجية ٠ وفى نفس الوقت تشمل تطبيقات هذا العلم النظم الفيزيائية والفسيولوجية والسيكولوجية ٠ كما يدرس بناء أو تحقيق مثل هذه النظم التى تبنى لأداء غرض معين موضوع سابقا » ٠

وأول من استخدم لفظ سيبرنية هو العالم الفرنسى أمبير فى كتابه « مقال فى فلسفة العلوم » (Essai sur la philosophie des sciences) فى عام ١٨٣٤ ، وذلك فى معرض حديثه عن الحكومة حيث أطلق هذا اللفظ بالفرنسية Cybernetique على طريقة الحكم ويقصد بها أن الحكومات تقود الحكم بطريقة معينة ، لتحقيق هـدف موضـوع سـابقا . واعتبر ان الهدف فى حـد ذاته لا دخل لـه بالسيبرنية ، لأنه ليس عملا علميا . ولفظ السيبرنية مشتق من اللغة اليونانية القديمة فى الأصـــل (دفة الربان) أو (دفة القيادة) .

وجاء بعد أمبير مهندس ألمانى اسمه هرمان شميدت ، وأثار فى محاضرة له فى أكتوبر عام ١٩٤٠ ، ان نظرية التحكم لها نفس الأهمية سواء فى العلوم الهندسية أو الفسيولوجية ، واعتبرها أساس تفهم هذه العلوم .

الا أن نوربرت فينر يعتبر الأب الحقيقى للسيبرنية . وهو أول من ربط العلوم المختلفة بعضها ببعض داخل اطار نظرية التحكم . وقد قام بتجميع دراساته حول هذا الموضوع فى كتابه الذى صدر فى عام ١٩٤٨ «السيبرنية» Cybernetics والذى يعتبر الميلاد الرسمى للسيبرنية كعلم . وفى هذا الكتاب يشرح تطور الدراسات التى أجراها بالاشـــتراك مع عدد من البـاحثين ، وبالذات الدراسات المشتركة مع روزينبلوت ويذكر أنه فى عام ١٩٤٠ بدأ يهتم اهتماما أساسيا بتطوير الآلات الحاسبة

الالكترونية ، واعتبر تطوير هذه الآلات من أهم الأمور التى يجب الاهتمـــام بها فى حالة الحرب ، التى كانت على الأبواب فى هذه الفترة ، الا أن المســـئولين لم يهتموا بالاقتراحات التى قدمت فى هذا الشـــأن ، فى فترة الاستعداد للحرب ، ولكن بعد بداية الحرب ، وجد فينر نفسه مدفوعا الى الاشتراك فى مشروع حربى ، يعتمد فى تنفيذه على تطوير الآلات الحاسبة الالكترونية • وأساس المشروع كان ايجاد طريقة مناسبة مضبوطة لتحديد مكان التقاء القذيفة المضادة للطائرات ، المطلقة من الأرض ، مع الطائرات المتحركة فى الجو ، بحيث تصيب القذيفـــة الطائرات ذات السرعات الفائقة • وهذا ولاشك يعتمد أساسا على حساب سرعة الطائرة ، وسرعة القذيفة واتجاه الطائرة ، ثم تحديد مسار القذيفة بحيث تلتقى بعد مدة معينة بالطائرة فى المكان المنتظر أن تكون فيه الطائرة بعد هذه الفترة • واشترك معه فى هذه الدراســـة يوليان بيجلوف J.H. Bieglow • وكانا يستعينان باستمرار بروزينبلوت •

وخلال تنفيذ البرنامج الذى وضع لبحث هـــذا المشروع ، أمكن التوصل الى حقائق عديدة تربط بين النظم الآلية والفسيولوجية ، واتفق على تسمية الفرع من العلوم الذى يختص بالتنظيم ونقل المعلومات ، سواء فى الآلة أو الكائن الحى اسم (السيبرنية) وبذا نشأ هذا العلم •

وفينر نفسه يقرر أنه ليس وحده صاحب الفضل

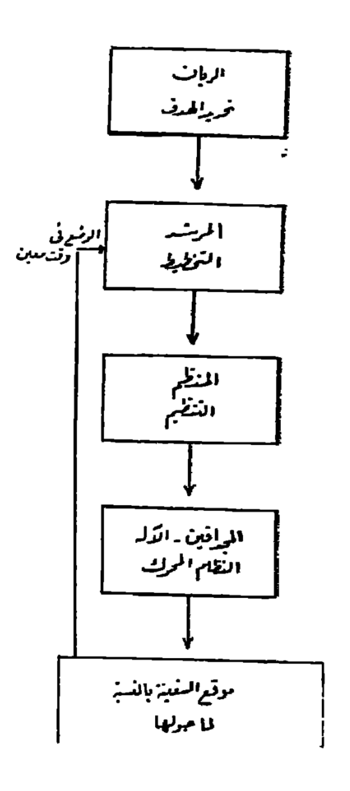
فى ظهور السيبرنية كعلم ، ويؤكد دور كثير من العلماء الآخرين مثل بيتس وليتفن وفون نويمان وجولدشتين ، كذلك لعبت المدرسة الروسية بريادة كولموجروف دورا هاما فى تطوير مفاهيم السيبرنية ٠

النظريات التى تتحكم فى الأنظمة السيبرنية :

سبق أن ذكرنا أن العالم الفرنسى أمبير هو أول من استخدم لفظ السيبرنية بمعناها المشتق من اليونانية ، والذى يعنى « دفة الربان » ٠ واذا أخذنا نظام سير اى سفينة كنظام من النظم السيبرنية ، فان ذلك سيسهل علينا معرفة النظريات الفرعية التى تتحكم فى هذه النظم ، مهما كانت نوعيتها ٠ وفى هذا النظام نجد الآتى :

١ ـ ربان السفينة يحدد الهدف ، ويمكنه أن يختار أحد المسارات بالذات ، اذا كان هناك أكثر من طريق للوصول الى المكان المراد الوصول اليه ٠

٢ ـ المرشد أو القائد يحدد موقف السفينة فى وقت اعطاء الأمر ، ويعمل على تنظيم خط سير معين ومثالى لتنفيذ مطلب الربان ٠ وهو يجب أن يكون قادرا على تذكر ما طلبه الربان طول وقت السير ، حتى يمكنه باستمرار أن يقارن بين الهدف ، الذى يؤدى اليه خط السير المثالى الذى قرره ، وبين مطلب الربان ، وأن يعدل من خط سيره ليصل فى النهاية الى الهدف الذى حدده الربان ٠



الربان
تحديد الهدف
المرشد
التخطيط
الوضع في
وقت معين
المنظم
التنظيم
المراقبين - الآلة
النظام المحرك
موقع السفينة بالنسبة
لما حولها

٣ ـ المنظم وهو يتولى مهمة التنسيق بين التعليمات التى يصدرها المرشد وبين المنفذين على حسب الامكانيات المتاحة للسفينة ، وقدرة محركاتها وطاقمها وكفاءته ٠

٤ ـ النظام المحرك وهو اما الآلة أو البحارة الذين يقومون بالتجديف فى السفن القديمة ، والذين يتولون مهمة تحريك السفينة ، تبعا للتعليمات التنفيذية التى يصدرها اليهم المنظم ٠ وبناء على قدرة التحكم فى هـذا النظام ، يمكن توجيه السفينة لتحقيق الهدف الذى يضعه الربان وهو الوصول الى الميناء المرغوب ٠

ويلاحظ أن التعليمات التى يصـــدرها المرشـــد باستمرار تتوقف على موقع السفينة بالنسبة الى ما حولها، والنقطة التى توجد فيها وقت اصدار التعليمات ٠ وبالتالى فان تعليمات المرشد تتغير باستمرار ، حسب تغيير موقع السفينة ٠ وهذا يؤدى بدوره الى تغيير فى عمليات التنظيم، وبالتالى فى النظام المحرك ٠ كل هذا دون أن يتغير الهدف على الاطلاق ٠

ونرى أن مثل هذا النظام يتضمن ، بغض النظر عن الهدف المطلوب تحقيقه ، أربع نقط رئيسية ، وهى :

١ ـ قدرة المرشد على تفهم هدف الربان والمعلومات الأساسية المتاحة له من الرحـــلات السابقة أى خبرته السابقة ٠

٢ المعلومات والاشارات التى يعطيها المنظم بناء على عمليات المرشد الى النظام المحرك ٠

٣ ــ قدرة الجهاز المحرك على تفهم هذه الاشارات وتنفيذها ٠

٤ ــ قدرة المرشد على التفاعل مع التغييرات المستمرة التى تحـــدث فى موضـــع السفينة واعادة التخطيط باستمرار ٠

ولما كان أى نظام من النظم السيبرنية لا يخرج عن هذا المثال فقد قسمت السيبرنية الى أربع نظريات أساسية هى :

١ ــ نظرية المعلومات والاشارات ، وتتضمن نظريات نقل المعلومات زمانيا أو مكانيا ، ووضع شفرة خاصة بها حسب نوعيتها ٠

٢ ــ نظرية تفهم المعلومات والاشارات ٠

٣ ــ نظرية تنظيم المعلومات ٠

٤ ــ نظرية التفاعل مع النظم الأخرى ، أو الرد على الاشارات ، أو نظرية ردود الأفعـــال ٠ والتى تعتمد على المعلومات المتاحة فى وقت ما ، والمعلومات الأخرى والخبرات السابقة (الذاكرة) ٠

وترتبط السيبرنية بكل مظاهر النشاط الانسانى الحية وغير الحية ٠ ويقسمها العالم الألمانى فرانك H. Frank

أستاذ السيبرنية فى برلين الى ثلاثة أقسام حسب الموضح فى الشكل رقم (٢) :

١ ـ السيبرنية العامة General Cybernetics

٢ ـ السيبرنية المرتبطة بالعلوم المختلفة
Regional Cybernetics of :

(أ) العلوم البيولوجية Biology

(ب) العلوم الانسانية Humanities

(جـ) العلوم الهندسية Engeneering

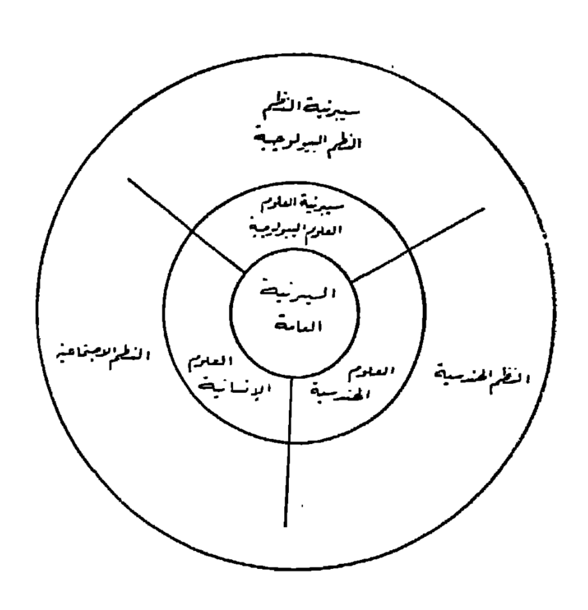
٣ ـ سيبرنية النظم التكنيكية Technical Cybernetics

(أ) النظم البيولوجية Biotechniques

(ب) النظم الاجتماعية Sociotechniques

(جـ) النظم الآلية Mechanical Techniques

وقد يبدو لأول وهلة أن هـذا التقسيم يضم قسمين متشابهين تماما ، وهما القسم الثانى والثـالث ، ولكن فرانك يوضـح أن القسم الثـانى من السـيبرنية يهتم بالدراسات العلمية الخاصة بنظريات السيبرنية فى العلوم المختلفة Scientific Disciplines فى حين أن القسم الثالث يهتم بالنظم نفسـها Technological Disciplines وذلك حسب التفسير التالى لكلمة Technik بالألمانية المقابلة لكلمة Technic فى الانجليزيـة ، والتى ترجمت هنا بكلمة نظـام


سيبرنية النظم
النظم البيولوجية
سيبرنية العلوم
العلوم البيولوجية
السيبرنية
العامة
النظم الاجتماعية
العلوم
الإنسانية
العلوم
الهندسية
النظم الهندسية

ويقـــول فرانك « هـذا اصطلاح عام يتضمن كل استخدام مخطط للوسائل المتاحة لتحقيق هدف مسبق » ٠

وهو فى تقسيمه لسيبرنية النظم الى الأقسام الثلاثة التى ذكرناها ، اعتمد على نوعية الوسائل التى تســتخدم لتحقيق الهدف ، فالنظم الحيوية تستخدم وسائل مختلفة عن الوسائل التى تســـتخدمها النظم الاجتماعية أو النظم الآلية ٠

وقبل أن نبـدأ فى شرح النظم السيبرنية المختلفة ، يجب أن نوضح للقارىء بعض الاصطلاحات الخاصة بالنظم السيبرنية العامة ، وكيف تعمل هـذه النظم ، وذلك دون التعرض للنظم المختلفة ٠ وأهم ما يجب معرفته :

١ ـ المتتاليات الزمنية : Time Series

المتتاليات الزمنية هو اصطلاح يطلق على أى ظاهرة يرتبط ظهورها بالزمن ، مثل القيـــاس المستمر لدرجات الحرارة بواســـطة ترمومتر أو ارســـال الموجات الاذاعية وغيرها ٠ وهذه المتتـــاليات اما أن تكون متتابعة ، أو غير متتابعة ، أى يفصل بين كل منها والأخرى فاصل زمنى ، كما أنها قد تكون بسيطة أو مركبة ٠

وأجهزة التليفون والمشواف (التليفزيون) والرادار عبارة عن أجهزة تستقبل هذه المتتاليات الزمنية التى تنقل، كل حسب شـــفرة خاصة بهـا code ٠ وهـذه الأجهزة

لا تقتصر على إستقبال هذه الشفرات ، بل تتعداها عادة الى حفظها ، ونقلها ، واستخدام المعلومات التى تصل فى اتخاذ ردود فعل معينة .

وفي هذا الجزء من النظريات العامة للسيبرنية تلعب الرياضيات العليا والميكانيكا الكمية دورا هاما ورئيسيا فى تفسير المعلومات التى تنقل عن طريق المتتاليات الزمنية ، وحجم كل معلومة بذاتها ، وكيفية قياس هذا الحجم ، وبأى طريقة . وغيرها من الاساسيات المختلفة لكل أسلوب وطريقة من طرق نقل المعلومات واستقبالها . وكما فى مثال السفينة والربان نجد أن النظم السيبرنية مهما كان نوعها، ومن بينها تلك التى تتعامل مع المتتاليات الزمنية ، تحتوى على أنظمة استقبال المعلومات القادمة وتفسرها ، بمعنى أن يكون هذا النظام المستقبل قادرا على حل شفرة الرسالة القادمة . لأن المعلومات تنتقل باستمرار بشفرة خاصة لكل نظام . واذا حدث أى خلل فى تفهم الشفرة ، فان هذا يتبعه خلل فى تفهم الاشارة القادمة ، وبالتالى يؤدى الى عدم امكان تنظيم المعلومات تنظيما سليما . بعد تفهم المعلومات المرسلة ، ووضعها فى المكان المناسب ، يتم ربط هذه المعلومات الجديدة القادمة بالمعلومات السابقة الموجودة والمخزنة (الذاكرة) ، حتى يمكن احداث رد الفعل المناسب بناء على الاشارة المرسلة أساسا .

ومما سبق نجد أنه حتى تتم دورة النظم السيبرنية يجب أن تتم العمليات الفرعية الآتية : نقل المعلومات ،

واستقبال الاشارات الدالة عليها ، ثم تفسير هذه الاشارات، واعطاء اشارات أو أوامر معينة نتيجة للمعلومات التى وصلت (رد فعل) • وهذا هو ما يطلق عليه أحيانا نظرية الاتصال •

وعلى ذلك يمكن تفسير الاتصال بكل أنواعه ، بأنه نظام من النظم السيبرنية • أو ان السيبرنية تعطى تفسيرا لنظم الاتصال المختلفة •

ويلاحظ أننا كررنا هنا أساسيات النظم السيبرنية مرة أخرى ، وذلك لتوضيح ان المعلومات تنقل على هيئة اشارات بواسطة شفرة خاصة لكل نظام • ورياضيا نجد ان المعلومات يمكن أن تنقل بلاحدود ، أى أن تصل الاشارة الخاصة بكل معلومة الى أجهزة الاستقبال بنفس الصورة التى خرجت بها من جهاز الارسال ، ولكن هذا يتطلب الا تقابل هذه الاشارة أى معوقات خلال طريقها من جهاز الارسال الى جهاز الاستقبال • أو بمعنى آخر ان أى اشارة دالة على أى معلومة يمكن أن تصل كما هى بصورتها الأصلية الى جهاز الاستقبال اذا لم تتعرض لأى تشويش •

ووجود التشويش يحدد مدى انتقال الاشارات ، وبالتالى يؤثر على حجم الاشارة المستقبلة • ولما كانت كل اشارات الاتصال تقريبا تتعرض لتشويشات متعددة أثناء انتقالها ، لذلك نجد ان حجم أى اشارة مستقبلة يتحدد بحجم المعلومة الأصلية ، ومقدار التشويش • وبالتالى يمكن

أن يصل حجم الاشارة الى القيمة : صفر ،أى تنعدم الاشارة كلية ، ولا يمكن استقبال المعلومة ، اذا زاد التشويش عن حد معين • وهذه الظاهرة نلاحظها جميعا فى أجهزة الراديو والمشواف عندما يتعــــذر استقبال الموجات الصـــــوتية أو الضوئية لوجود تشويش طبيعى أو متعمد •

كذلك بالنسبة الى التشـــويش الذى يحـــدث أحيانا لأجهزة الرادار ، والذى يكون عادة متعمدا يقلل من قدرة هذه الأجهزة على استقبال الاشــــارات الدالة على تحركات الطيران المعادى ، وبالتالى يمكن لطيران العدو أن يمر فوق مراكز المراقبة المجهزة بالرادار دون أن تتمكن الأجهزة من رصد هذه التحركات •

٢ ـ نظم التلقيم المرتد Feed Back Mechanisms

نظم التلقيم المرتد هى نظم تعتمد فى أساســـها على النظريات السيبرنية ، وهى نظم تتحكم فى نفسها بنفسها، أى يقوم النظام نفسه بوظيفة المرشد فى حالة السفينة التى ذكرناها سابقا ، ويعدل من الأوامر الصادرة للمحافظة على العمل فى موقف يسمح بتنفيذ الهدف الموضوع • ويمكن أن تعرف هذه النظم بأنها نظم تسير فى اتجـاهين ، واذا زاد الفعل فى أحد الاتجاهين ، فان هـــذه الزيادة نفسها تعمل على التحكم فى هذا الفعل ، وابطائه ، واذا قل الفعل عن حد معين فان ذلك سيؤدى تلقائيا الى اسراعه للوصول به الى المستوى المحدد سابقا • وداخل جسم الانسان يوجد

كثير من العمليات الحيوية ، التى يتم التحكم فيها عن طريق التلقيم المرتد مثل ضـبط درجة حرارة الجسم ـ ضغط الدم ـ نسبة السكر فى الدم وغيرها · وتتميز هذه النظم التى يتم التحكم فيها داخليا ، بأن التغيرات التى تحـدث فيها تكون بطيئة ، وقليلة بالنسبة للنظم الأخرى ·

وبنفس الطريقة تعمـل بعض الأجهزة الآلية ، مثل أجهزة فتح واغلاق الاشارات لقطارات السكك الحديدية ، وأجهزة تنظيم درجات الحرارة عن طـريق الترموستات ، كما يحدث فى تنظيم التدفئة المركزية فى المنـازل أو فى الأجهزة الحرارية المختلفة مثل الثلاجات والأفران ، التى تتحكم درجة الحرارة فيها فى تشغيل أو تعطيل الجهاز · فاذا ارتفعت درجة الحرارة عن حد معين محدد سابقا ، فان الموتور يقـف فى حالة الفرن ويعمل فى حالة الثلاجة ، والعكس عندما تنخفض درجة الحرارة · ودقة تشغيل الجهاز تعتمد فى مثل هذه الحالات على دقة تصميم الترموستات ، ومدى حساسيته · وهناك ولا شك أمثلة عديدة أخرى أكثر تعقيدا من أجهزة ضـبط الحرارة · وسنتعرض لعديد من هذه الأمثلة فى شرحنا للنظم السيبرنية المختلفة فىالفصول القادمة ·

الفصل الثاني

السيبرنية والبيولوچيا

تكوين البروتينات فى الخلية

يتم فى خلايا أى كائن حى العـــديد من التفـاعلات الكيمائية فى وقت واحد وباستمرار ، وهذه التفاعلات هى التى تعمل على أن تظل هذه الخلايا حية ، أو بمعنى آخر أن الخلية الحية تصـــل الى حالة الموت عنـــدما تتوقف هذه التفاعلات . ولن نحـــاول أن نفسر معنى الموت بالنســبة للخلية والـــكائن ككل ، الا أنه من وجهـة نظر الكيمائيين الحيويين ، الذين يعتبرون أن الحياة هى عبارة عن تدفق العـــديد من التفاعلات الكيمائية المرتبطة بعضها ببعض ، يمكن أن توجد أنسجة ميتة داخل كائن حى ، مثـل ورقة النبات التى تجرح ، ولكنها تظل مرتبطة بالنبات ككل فانها تذبل وتموت ، رغم أن النبات ككل ما زال حيا . وهذا يحدث أيضا لأنسجة الكائنات الحية الاخرى . وفى نفس الوقت فانه عند موت أى حيوان أو انسان فان خلاياه تبعا للمفهوم الســـابق تبقى حية مدة طويلة بعد حدوث الموت الاكلينيكى .

والمعروف أن كل تفاعل كيميائي يصل الى حالة توازن بين المواد الداخلة فى التفاعل والناتجة عنه ، ويقف التفاعل عند الوصول الى هذه الحالة • وحالة التوازن هذه لا تحدث داخل الخلية الحية • لأن كل التفاعلات التى تحـدث فيها مرتبطة بعضها ببعض ، ويتم باســـتمرار حدوث تفاعلات جديدة بين المواد الناتجة من تفاعل معين ، أو تطرد هذه المواد خارج الجسم ، وهكذا • والوصول الى حالة التوازن هـــذه لا يحـــدث الا فى حالات وجود خلل فى العمليات الفسيولوجية المختلفة • والموت يحدث خللا فى كل العمليات الفسيولوجية ، أو قد يكون هو نفسه نتيجة لخلل فى بعض هذه العمليات ، وبالتـالى تحـــدث حالة التوازن فى هذه التفاعلات الكيمائية ، ويقف سير العمليـــات الحيوية ثم تموت الخلايا •

وجميع هذه التفاعلات الكيميائية . التى تحدثداخل الخلية ، تحتاج الى عوامل مساعدة لاتمامها تسمى الانزيمات Enzymes ، وبدونهـا لا تتم هـذه التفاعلات ، وعلى ذلك فان وجود هذه الانزيمات حيوى وهام لسير هذه التفاعلات، التى هى صورة الحياة ، وبالتالى فان مايطلق على الانزيمات من أنها مفاتيح الحيـــاة لا يطلق جزافا • وهذه الانزيمات عموما متخصصة تخصصا شديدا ، أى أن كل تفاعل يحدث له انزيم خاص به يساعد على حدوثه ، وقد وجد أن الخلية الحية يحدث بها ما يزيد عن ١٠٠٠ تفاعل ، وبهـا حوالى هذا العدد من الانزيمات • وهذه الانزيمات تتكون أساسا

من مــواد بروتينية أو (زلالية) Proteins . وهــذه البروتينات ليست جزيئات صغيرة ، وانما هى عبارة عن سلسلة طويلة من أجزاء أصغر تسمى الأحمـــاض الأمينية Amino Acids . ونظام تكوين هذه الانزيمات فى الخلية نظام من النظم السيبرنية ، وهو من النظم التى تورث ، أى تنقل اشاراتها من الآباء الى الأبناء . وهذا النظام حساس جدا ، وحدوث أى خلل فى نقل اشاراته (تشويش) يؤدى الى اعطــاء اشـــارة خاطئة ، وتكوين بروتين غير البروتين المطلوب تكوينه ، وبالتالى المساعدة على احداث تفاعل غير مطلوب ، أو ابطاء التفاعل المطلوب ، مما يحدث خللا فى العمليات الفسيولوجية للخلية .

وسنحـــاول فيما يلى أن نشرح كيف تتم دورة هذا النظام فى الخلية الحية بعد تزاوج خلايا الذكر والأنثى . تبدأ الخلية الجديدة فى الانقسام ، لتعطى العديد من الخلايا التى تكون جسم الكائن الحى فيما بعد ، ويتبع كل انقسام للخلايا مرحلة تنمو فيها الخلايا الجديدة ، وتؤدى وظائفها الفســـيولوجية ، ثم تصــل الى مرحلة الانقسام وهكذا . وداخل كل خلية يوجد نظامها الخاص بتكوين البروتينات اللازمة لأداء العمليات الفسيولوجية المختلفة ، وبالتالى فى النهاية اعطاء الخلية ، والكائن الحى ككل ، شكلا ظاهريا معينا ليؤدى وظائف معينة . وكل هذه العمليات تتم كما ذكرنا وفقا لمبادىء النظم السيبرنية السابق ذكرها كما يلى:

الهدف : موضوع مسبقا وهو تكوين بروتينات خاصة بهذا الجنس .

المرشد : الجينات وهى عبارة عن الأجسام الحاملة للصفات الوراثية ، التىهى بدورها اشارات تكوين البروتينات المختلفة ، التى تساعد على احداث تفاعلات معينة فى الخلية ، تؤدى الى ظهور الصفات المطلوبة . والمرشد يخزن المعلومات على صورة شـفرة مكونة من أربعة أحرف وهى عبارة عن أربع مواد كيمائية (قواعد) تتكرر باستمرار وبواسطتها يتم التحكم فى تركيب البروتينات المختلفة . وهذه الجينات تتكون من مادة تسمى الحامض النووى د٠ن٠أ

المنظم : المرشد (د٠ن٠أ) يعطى تعليماته الى المنظم عن طريق نقل الاشـــارات الموجودة فى التركيب الكيمائى الى حامض آخر يتركب أيضـــا من أربعة مواد كيميائية (قواعد) بنفس طريقة الحـــامض د٠ن٠أ أو يســمى الحامض النووى د٠ن٠أ وهذا الحـامض يتولى نقـل الرسالة من المرشد الى النظام المحرك (نظام تكوين البروتينات) ، أو مصنع تكوين البروتينات ، وهى الأجزاء التى تسمى باسم الريبوسومات داخل الخلية Riboçsomes ولذلك يسمى هذا النوع من ر٠ن٠أ بحامل الرسالة (الرسول)

النظام المحرك : النظام المحرك فى جهاز تكوين البروتينات

هو الريبوسومات ، وتصـــل الرســـالة على شــكل (ر٠ن٠أ) فتقوم الريبوسومات بتفهم ما تحتويه من اشـــارات بواسطة تحرك الريبوسومات المستمر على الحامض ر٠ن٠أ ٠ ويتكون في الريبوسوم ما يسمى بالحامض النووى ر٠ن٠أ الريبوسومي ٠

وهو الذى يتـــولى بعد ذلك عملية تنفيـذ تكوين البروتين ٠ وحول المصـــانع (الريبوسومات) توجد مواد كيماوية متعددة تسمى الأحماض الأمينية ، وهى المواد التى تتكون منها البروتينات المختلفة فى سلاسل متعددة الطول كما ســـبق ذكره ٠ ولما كان تركيب الريبوسوم ، والحـــامض ر٠ن٠أ ٠ الرسـول ليس بينهما وبين تركيب الأحمـاض الأمينية المختلفة أى ارتبـاط ، كان من الضرورى أن يوجد عامل مساعد ليسهل على الريبوسوم التعرف على الحامض الأمينى المطلوب وربطه بالسلسلة التى ستعطى البروتين فى النهاية ٠ وهذا العامل المساعد عبـارة عن نوع من الحامض النووى ر٠ن٠أ يسمى الحامض ر٠ن٠أ الذائب soluble R.N.A. أو النـــاقل Transfer R.N.A. وكل حامض أمينى له حامض نووى ر٠ن٠أ ٠ ناقل خاص يرتبط به ، ويقف حول الريبوسوم فى انتظار أن يرتبط بالسلسلة البروتينية الجارى تكوينها ٠ وتتم العملية عن طريق حدوث ارتباط بين الحامض ر٠ن٠أ ٠ الرسول وبين الحامض ر٠ن٠أ ٠ الناقل ،

الذى يحمل الحامض الأمينى المطــلوب ، ويتم هذا الارتباط في ثلاث مناطق تقابل ثلاث قواعد متتالية من المكونة لكل منهمـا ٠ ولذلك يقال أن شــفرة البروتينات تتكون كلماتها من ثلاثة حروف ٠

وأمكن التــوصل الى هــذه النتيجة بعملية حسابية بسيطة ، وهى : لمـا كان د٠ن٠أ ٠ و ر٠ن٠أ ٠ يتكون من تكرار ٤ مواد فقط فمعنى هذا أن اللغة بهـا ٤ حروف ، فاذا كانت الــكلمات مكونة من حــرف واحد لكان لدينا ٤ كلمات فقط ، واذا كانت مكونة من حرفين كان لدينا ست عشرة ، واذا كانت مكونة من ثلاثة كان لدينا ٦٤ كلمة ، واذا كانت كل كلمة مكونة من أربعة حروف أصبح لدينا ٢٥٦ كلمة ٠ ولما كان المطلوب هو ٢٠ كلمة على الاقل كان احتمال تكوين كل كلمة من ثلاثة حروف هو الاحتــمال الأرجح ، حيث أن الاحتمال البــاقي وهو ٢٥٦ كلمة أكبر بكثير من المطلوب ٠ وأمكن اثبات صحة هذه الفروض عمليا٠

وبهذه الطريقة أمكن حل شــفرة تكوين البروتين ، وثبت أنها تتكون فعلا من ثلاثة حروف وأن هنــاك بالتالى ٦٤ كلمة . ووجد أيضا أن كثيرا من الكلمات تعطى نفس الاشارة ، وأن هنــاك فعــلا عددا للاشارات يساوى عدد الأحماض الأمينية التى تكون البروتين بالضبط ، وأن تكوين الحامض الرسول وتتــابع مكوناته الاربعة عليه هو الذى يحدد تتابع الأحماض الأمينية والسلسلة البروتينية، وبالتالى شكل وحجم البروتين المتكون ٠ وهــكذا تنتج البروتينات المطــلوبة وتقــوم الخلية بأداء الوظائف الحيوية الطبيعية

المطلوبة منها ، كما هو الحال فى الخلايا التى نشأت منها الخلية الجديدة ، وهكذا ٠

ومما لا شك فيه أن يتبادر الى ذهن القارىء السؤال : وكيف يتم التحكم فى هذا النظام ؟ أم أن البروتينات تظل تتكون بدون توقف ؟

فى الحقيقة أن البروتينات التى تتكون تقوم كما ذكرنا بالمساعدة على احداث تفاعلات متعددة فى الخلية ، أى تحويل مواد الى أخرى داخـل الخلية ٠ وكثير من المواد المتكونة (التى تكونها هذه البروتينات) تعمل على التحـكم فى تكوين البروتينات نفسـها ٠ ومن بين بعض هذه المواد الهرمونات ٠ وسنذكر أيضـا كيف تعمل الهرمونات تبعا للأسس السيبرنية على التحـكم فى التفـاعلات الحيوية المختلفة ٠

الأحماض الأمينية المكونة للبروتينات

١ ـ جليسين	١١ ـ حامض الأسبارتيك
٢ ـ ألانين	١٢ ـ مثيونين
٣ ـ فالين	١٣ ـ تربتوفان
٤ ـ لويسين	١٤ ـ تيروزين
٥ ـ أيزولويسين	١٥ ـ أسبراجين
٦ ـ فينايل ألانين	١٦ ـ جلوتامين
٧ ـ برولين	١٧ ـ ليسين
٨ ـ سيرين	١٨ ـ أرجنين
٩ ـ ثريونين	١٩ ـ هستدين
١٠ ـ سستئين	٢٠ ـ حامض الجلوتامبك

نتائج الخلل فى نظام تكوين البروتينات :

ان أى خلل فى نظـام تـكوين البروتينات فى الخلية يؤدى الى تكوين بروتينات مختلفة عن تلك المفروض تكوينها، أو يمنع تكوينهـا على الاطلاق ، وبالتالى يؤدى الى حـدوث ارتباك فى بعض التفاعلات الحيوية داخل جسـم الكائن ، التى قد يكون لها بعض المظاهر المرضية • وبعض التغييرات التى تحدث تكون متأصـلة فى النظام ، أى تحـدث نتيجة التأثير على مراكز تخزين الاشارات نفسها • وهى الجينات أو الأحماض د • ن • أ • ، وبالتالى فان هذه التغييرات تنتقل من الآباء الى الأبناء وتكون وراثية • وأحيانا تكون التغييرات فى أى مرحلة من المراحل الأخرى التالية ، وعلى ذلك فلا يلزم أن تكون وراثية ••• بل قد تظهر نتائج هذه التغييرات فى الكائن الذى حدث التغيير به ، فقط ، حيث يكون الاختلاف ليس فى الاشارة نفسها وانما فى تفسيرها ، أو فى نظام نقل الاشـارات ، أو فى نظام تجميع الأحماض الآمينية •

ومن الأمراض الشائعة التى تظهر نتيجـة نغييرات فى نظام تكوين البروتينات فى جسم الانسان المرض الذى شـوهد فى عام ١٩٣٠ ، حيث لوحظ أن كثيرا من المرضى المصابين بأمراض عصبية مثل البله ، يفرزون مـع البول كميات كبيرة من احـد الأحماض ، التى لا تفرز عادة بهذه الكميات فى بول الأشخاص الأصحاء • وسمى هذا المرض باســم فينايل كيتونـوريا Phenylketonuria ولوحظ

أيضا أن هـذا المرض يصيب عددا كبيرا من أفراد نفس العائلة ، وبالتالى أمكن استنتاج أنه مرض وراثى ٠

وباستمرار البحث وجد أن هـذا المرض يظهر بين الأخوة والأخوات أكثر من ظهوره بين الآباء ، كما أنه يظهر لدى الأبناء عند زواج الأقارب ٠ ودلت كل هذه الظواهر على أنه خلل فى أحد العوامل الوراثية (الجينات) المفردة ، وبالتالى فان احتمالات وجـود الخلل وظهور المرض عند الزواج تنحصر فيما يلى :

١ ــ خلية متشـابهة الوراثات تسـود بها الحالة الطبيعية ٠

٢ ــ خليـة مختلفة الوراثات وهى أيضـا تكون طبيعية ٠

٣ ــ خلية متشابهة الوراثات تحمل المرض ٠

واحتمال ظهور الحالة المرضـية يكون أكثر ما يمكن فى أطفـال تزاوج الأقارب ٠ وبعـد معرفة هـذا السبب استلزم العلاج أن تحدد التفاعلات التى تتأثر نتيجة حدوث هـذا الخلل ٠ ووجـد أن المصـابين بهذا المرض لا يمكنهم تحـويل أحـد الأحمـاض الأمينية (مكونات البروتين أو الزلال) المسمى فينايل الأنين الى الحامض الآخر المسمى تيروسين ٠ ويتحول عندهم الفينايل الانين الى مادة أخرى تفرز فى البول ، وهى التى استرعت انتباه الباحثين فى أول الأمر ٠ وتعود أهمية هـذا التفاعل الى أننا فى غذائنا العادى نتناول موادا زلالية عديدة مثـل البيض واللحم

والجبن وغيرها ،تحتوى على هذا الحامض الأمينى ، ويجب تحويله الى مواد أخرى ليمكن الاستفادة منه كاملا ·

ولكن ما علاقة هذا بظهور الأعراض العصبية ؟

اذا عدنا قليلا الى الوراء سنجد أننا تعلمنا أن هناك مجموعتين من الأحماض الامينية التى يحتاجها الانسان ·

١ ـ مجموعة الأحماض الأمينية الضرورية التى يجب أن يحصل عليها الانسان من خارج جسمه ولا يستطيع تكوينها ·

٢ ـ مجموعة الأحماض الأمينية غير الضرورية التى يستطيع الانسان أن يكونها داخل جسمه من أحماض أمينية أخرى ، ، أو من مواد أخرى ·

ويقع ضمن المجموعة الأولى الحامض الأمينى فينايل الآنين ، وضمن الثانية الحامض الأمينى تيروسين . الذى أعتبر غير ضرورى ، لأنه يتكون فى جسم الانسان الطبيعى (بواسطة انزيم) من الحامض الضرورى فينايل ألانين · ولما كان الغذاء العادى يحتوى على الحامضين معا ، فان نقص تحويل الفينايل ألانين الى تيروسين لا يشكل فى حد ذاته مشكلة كبيرة لأن الجسم يحصل فى هذه الحالة على التيروسين عن طريق الغذاء · ولكن الفينايل ألانين يتحول داخل الجسم فى الحالة المرضية ، الى مادة أخرى غير التيروسين تسبب أضرارا للخلايا العصبية ، وتراكم هذه المادة هو المسئول عن الأعراض العصبية · هذه المادة

تفرز فى البول عند تراكمها فى الجسم بكميات كبيرة وتعطى الدليل على وجود الخلل ٠

وبناء على كل هـذه المعلومات أمكن اقتراح وسـيلة لعلاج المرضى المصابين بهذا المرض عن طريق تحديد كمية الفينايل ألانين فى الطعام ، بحيث تكفى احتياجات الجسم منه لتكوين البروتين فقط ، وبالتالى يمنع وجود فائض منه ، يتحـول الى المادة الضـارة بالأعصـاب والمسببة للمرض ٠

ولـكن ليست كل الأمراض الناشـئة عن خلل فى تكوين البروتينات ، يكون سببها خللا فى عامل وراثى (جين) واحد ، وبالتالى فى تفاعل كيميائى واحد ٠٠٠ بل ان العادة أن يكون الخلل فى أكثر من موقع ٠

السرطان كأحد أمراض الخلل فى نظام تكوين البروتينات:

السرطان يعتبر أحـد الأمراض التى حار الانسـان طويـلا فى تحديـد السـبب الرئيسى لهـا ٠ ويعتبر السرطان مرض العصر ، ورغم ازدياد عدد المصابين به عاما بعد عام فى جميع أنحـاء العـالم ، ورغم الاعتمادات التى ترصد لمحاولة الوصـول الى أسبابه ، واتخـاذ ما يلزم لعلاجه ، وتطوير وسائل العلاج بصورة تعطى للمصابين أملا أكبر فى الشـفاء ٠٠٠ رغم كل هـذه الجهود نجد أن الآراء كانت حتى عهد قريب مختلفة حول الأسباب الرئيسية

لهذا المرض • وبالتالى فما دامت الأسباب غير متفق عليها فان ازالتها أو محاولة علاج ما تسببه من ظواهر يكون أمرا غير متفق عليه أيضا •

واذا نظرنا الى طبيعة المرض نجد أنه تضخمات غير طبيعية Mabgnant tumours ، أو نمـــوات شـــــاذة لا تؤدى وظيفة فسيولوجية محددة • وبتوالى الدراسات حول طبيعة وفسيولوجية هذه النموات ، وجد أنها تتميز عن باقى الخلايا العادية المماثلة بأنها تنقسم وتتكاثر بسرعة أكبر • ويتبع ذلك أن تتم عمليات تحويل الطاقة بسرعة كبيرة ، وأن يرتفع معدل التنفس •

وحار العلماء طويلا فى ايجاد تفسير لهذه الظواهر ، وأمكن نتيجة الدراسات المضنية تحديد بعض العوامل التى تسبب ظهور أورام سرطانية ، مثل بعض المواد الكيماوية ، والفيروســات ، والاشــعاعات ، وغيرها • وشــاهدنا فى السنوات الأخيرة معارك علمية عديدة بين العلماء ، فالقائلون بأن السرطان سببه مواد كيميائية يساءون حينما يجدون اثباتا لامكانية حدوث السرطان نتيجة الاصابة بالفيروسات وهكذا بالنســبة لمؤيدى نظرية الفيروســات ، وغيرها من المسببات الأخرى • وهنا يظهر البحر المتلاطم من المعلومات الذى عايشته مشكلة تفهم أسباب السرطان أعواما طويلة دون رابط بينها ، ودون أن يحاول العاملون فى هذا المجال الافتراض بصحة آراء المعارضين ، ومحاولة ايجاد نظرية تجمع بين كل هذه الآراء •

الا انه فى السنوات الأخيرة بعد تجمع المعلومات حول طبيعة الفيروسات ، وحول الطريقة التى يتم بواسطتها التحكم فى النشاط الحيوى للخلية الحية ، أمكن ربط كل العوامل السابقة فى نظرية أساسية واحدة ، ترجع كل مظاهر السرطان الى خلل فى نظام نقل المعلومات فى الخلية الحية ، مهما تنوعت أسباب حدوث هذا الخلل . ولما كان السرطان فى معظم الحالات غير وراثى فان التغيير ولا شك يجب أن يحدث فى مرحلة بعد مرحلة الجينات . ويعزو بوريك وسرينفاسان E. Borek and P.R. Srinivasan هذا الخلل الى ارتباط بعض مكونات ال د . ن . أ . فى الخلايا المصابة بمواد خارجية ناتجة عن فعل المؤثرات المختلفة (فيروسات ـ أشعاعات ـ مواد كيماوية ـ وغيرها).

وبرغم أن أى خلل يحدث على مستوى د . ن . أ . يكون أكثر فعالية من الخلل الذى قد يحدث فى أى مرحلة من المراحل الأخرى لنظام تكوين البروتينات والتحكم فى نشاط الخلية ، فان هذا لا يمنع من أن بعض أنواع السرطان قد يكون سببها حدوث خلل فى مراحل أخرى غير د . ن . أ .

وهذه النظرية على علاتها ، ورغما عن أنها ما زالت لا تعطى تفسيرات كاملة لكل الخطوات التى تحدث أثناء تحول خلية عادية الى خلية سرطانية ، لا شك تعطى تفسيرا عاما لكيفية ظهور السرطان ، ولا تكفى بذكر العوامل المؤدية الى ظهوره مثل النظريات السابقة . وهى فى نفس

الوقت تعطى تفسيرا لتأثير كل العوامل التى تسبب السرطان ٠

وهكذا ساعدت الأسس السيبرنية على الوصول الى نظرية أساسية لتفسير كيف يظهر السرطان ، واستطاع هذا التفسير أن يقدم الدليل على صحة العديد من الآراء المتعارضة السابقة ، وادخالها تحت هذا التفسير الجامع ٠

النظم السيبرنية التى تعتمد على فعل الهرمونات :

لعل أوضح الأمثلة على فعل الهرمونات ، وكيف تؤثر على الكائن الحى ، ما نراه فى الجهاز التناسلى للأنثى ، حيث تتحكم الهرمونات فى جميع مراحله واحدة بعد الأخرى٠ ويلاحظ أن التغييرات الوظيفية فى الجهاز التناسلى للأنثى تتبع باستمرار دورة ثابتة لا تتغير تتحكم فيها الهرمونات ٠

عند ظهور الحيض تطرد البويضة المخصبة مع الأنسجة المخاطية للرحم ، وتبدأ الدورة الجديدة تحت تأثير الهرمونات التى تفرزها غدة الجسم السفلى Hypophysis التى تفرز هرمون تنشيط الجراب (Follicel) والمسمى جوناد وتروبين وبعد ذلك يفرز هرمون تنشيط الخلايا الخلالية ٠

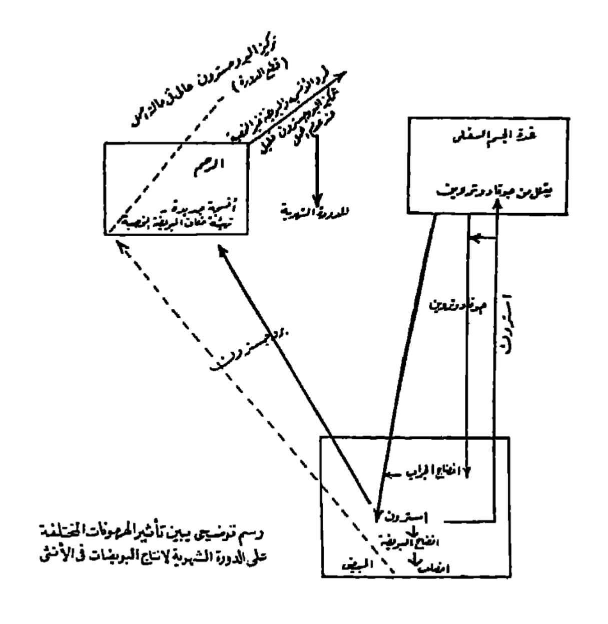
والهرمون الأول (جوناد وتروبين) يؤدى الى نضوج الجراب ثم يؤدى هرمون تنشيط الخلايا الخلالية الى أن

يقوم الجراب بافراز الهرمون المسمى الجراب (الاسترون) الذى ينشط عملية تكوين البويضات • ويلاحظ أن جميع الهرمونات التى تفرزها غدة الجسم السفلى تتحكم فى العمليات التى تتم فى المبيض •

أما العمليات التى تتم فى الرحم فتتحكم فيها الهرمونات التى تفرز من الغدد التناسلية (المبيض) • وهرمون الأسترون يؤثر على غدة الجسم السفلى ، ويقلل افراز هرمون جوناد وتروبين وبالتالى يرفع نسبة هرمون تنشيط الخلايا الخلالية ، الذى يؤدى وجوده بنسبة عالية الى تشجيع تكوين هرمون الاسترون ، كما سبق • والاسترون أيضا بجانب ذلك يعمل على افراز الهرمون البروجسترون الذى يؤدى تهيئة الغشاء المخاطى للرحم لاستقبال البويضة المخصبة • وتستمر هذه الحالة طوال استمرار افراز البروجسترون •

واذا لم تلقح البويضة فان الجسم الأصفر ينكمش نتيجة لقلة افراز هرمونات غدة الجسم السفلى ، ويقل انتاج البروجسترون ، ولا يمكن أن يحتفظ الرحم بالغشاء المخاطى الذى يطرد خارج الجسم •

وهكذا نرى أن نظام الدورة يعتمد أساسا على تنشيط المبيض عن طريق غدة الجسم السفلى ، والتأثير العكسى لهرمونات المبيض على هذه الغدة • واذا حدث اخصاب للبويضة فان الجسم الأصفر ينمو ويؤدى الى زيادة انتاج



رسم توضيحي يبين تأثير الهرمونات المختلفة
على الدورة الشهرية لانتاج البويضات في الأنثى

البروجسترون ، ويمنع طرد الأغشية المخاطية ، وتنقطع الدورة ·

وحبوب منع الحمل تعمل على التدخل فى هذه الدورة، لاحداث حالة حمل غير حقيقى ، عن طريق رفع تركيز أحد الهرمونات · وكان الاهتمام فى أول الأمر مركزا على البرجسترون ، الذى يؤدى الى رفع تركيزه فى الجسم الى منع تكوين بويضة جديدة ، حيث أن الجسم يكون فى حالة حمل كاذب · وفعلا أمكن بهذه الطريقة التوصل الى حبوب منع الحمل التى تحتوى بروجسترون أو مواد مشابهة له ·

وتناول حبوب منع الحمل فى حد ذاته ، وبالتالى رفع تركيز بعض الهرمونات فى الجسم ، اذا نظرنا اليه نظرة سيبرنية ليس الا عبارة عن اشارة غير حقيقية للنظام الموجود داخل الجسم ، تؤدى الى ايقاف مراحل معينة من السلسلة التنظيمية التى تهيمن عليها الهرمونات ·

التحكم فى تركيز السكر فى الدم :

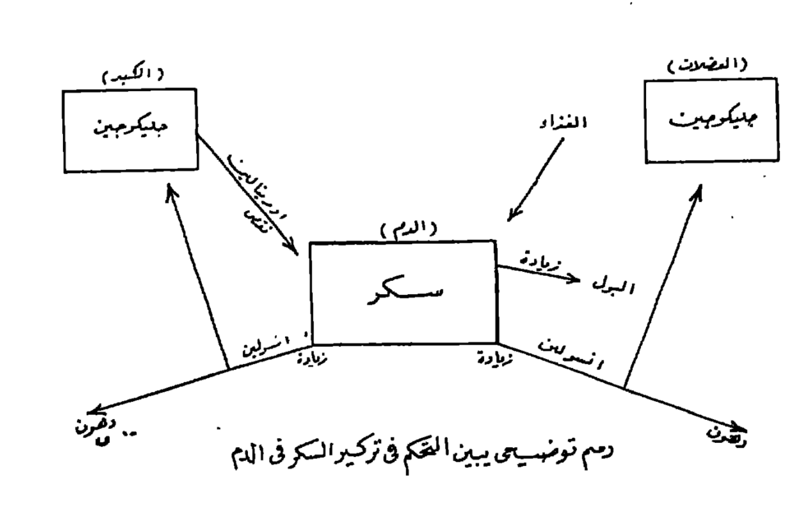
الدم يحتوى على حوالى ١ر٪ ، (١٠٠مجم/١٠٠سم٣ من الدم) سكر جلوكوز ، ويحتوى الجسم على أنظمة تعمل على الحفاظ على هذه النسبة باستمرار حيث أن تناول السكر لا يتم بنفس الدقة المطلوبة لتوزيعه ، لضمان قيام أجزاء الجسم المختلفة بعملياتها الحيوية على الوجه الأكمل · وتقوم الهرمونات المختلفة ، كما فى الشكل ، بالتحكم فى

العمليات الحيوية المؤدية الى رفع أو خفض نسبة السكر فى الدم حسب حاجة الجسم ، فاذا قلت نسبته تنشط عمليات تحويل السكريات المخزنة (جليكوجين) فى الكبد الى سكر جلوكوز ، واذا ازدادت نسبته ، فان هذه العمليات يقل نشاطها ويزداد نشاط تحويل سكر الدم الى سكر مخزن وهكذا .

وكما نرى من الرسم فان الانسولين يعمل على تقليل نسبة السكر فى الدم وعن طريق تحويله الى الأنسجة الأخرى لتستفيد منه ، وتقوم باستخدامه فى العمليات الحيوية المختلفة ، وتوجد هرمونات أخرى مثل الأدرينالين والجلوكاكون تعمل على رفع نسبة السكر فى الدم عن طريق تحليل السكريات المخزنة فى الكبد وتحويلها الى جلوكوز يصب فى الدم .

ومرضى السكر (ارتفاع نسبة السكر فى الدم) يكونون عادة مصابين بنقص فى نشاط أو انتاج الأنسولين أو العكس ، اذ قد يكون نشاط الهرمانات الأخرى التى ترفع من نسبة السكر فى الدم عاليا بدرجة لا يستطيع معها الأنسولين المفرز طبيعيا تحويل السكر الزائد فى الدم الى سكريات مخزنة .

ويؤدى هذا الخلل الى تغير فى النظام بأكمله والى ظهور تفاعلات جانبية لاتحدث فى الحالات الطبيعية ، مثلما شاهدنا فى حالة الفينايل كيتونوريا التى سبق ذكرها .



رسم توضيحي يبين التحكم في تركيز السكر في الدم

ولا يفوتنا فى هذا المجال أن نذكر أن النظرية الحديثة لتفسير فعل الهرمونات تربط بينها وبين فعل الجينات بطرق مباشرة ، وغير مباشرة • وتعتبر أن عددا كبيرا من الهرمونات تعتمد فى اظهار تأثيرها على وجود هذه العلاقة بينها وبين الجينات وبالتالى فى نظم تكوين البروتينات فى الخلية الحية •

وقد يأتى قريبا الوقت الذى يمكن الربط فيه بين كل النظم السيبرنية فى الكائن الحى ككل ، كما حدث بالنسبة الى عمليات التمثيل الغذائى للمواد الغذائية المختلفة ، داخل جسم الكائن الحى ، حيث ترتبط كل التفاعلات ، سواء تفاعلات الهدم أو تفاعلات البناء ، ومهما كانت طبيعة المواد التى تهدم أو تبنى ـ كل هذه التفاعلات ترتبط فى نظام واحد ، يتبع فى كثير من أجزائه النظرية السيبرنية الخاصة بالتلقيم المرتد وبالتالى يتم التحكم فيه ذاتيا •

ومما سبق نجد أن السيبرنية هى أحد الدعامات الرئيسية للعمليات الحيوية داخل جسم الكائن الحى • وليس تكوين البروتينات ، أو حفظ تركيز السكر ، فقط هى التى أظهرت لنا قوانين السيبرنية ، بل أن الجسم كله نظام سيبرنى متكامل ، فمثلا ضبط درجة حرارة الجسم ونظام الدورة الدموية وغيرها ، كلها أنظمة سيبرنية فى جسم الانسان • ومن أهم النظم السيبرنية الحية التى نالت اهتمام الكثير من العلماء ، والتى أدت فى أول الأمر الى

تفهم النظم السيبرنية البيولوجية ، هو المخ والجهاز العصبى فى الانسان والحيوان ٠

الجهاز العصبى :

الجهاز العصبى يعتبر الجهاز الحيوى الكلاسيكى ، الذى درست بواسطته نظريات السيبرنية ٠ ولن نحاول أن ندخل فى تفاصيل نقل الاشارات وحدوث رد الفعل فى الجهاز العصبى ، الا أنه باختصار تتم الدورة كما يلى : تحدث الاشارة (الفعل) ، تستقبلها الأعصاب ، وتوصلها الى المراكز العليا فى المخ ثم تفسرها ، ثم تنقل أوامر معينة الى أعضاء الحركة لاحداث ردود فعـــل معينة ٠ وتعتبر دراسات بافلوف من أهم الدراسات لتفســـير مفهوم رد الفعل ٠ وكان بافلوف يجرى تجارب على الحيوانات أكثر من الانسان ٠ وقد اهتم أساسا بدراسة التأثيرات الظاهرية أكثر من الحالات العقلية الداخلية ٠ وقد لاحظ على الكلاب أنها اذا نظرت الى الطعام ، فان ذلك يؤدى الى زيادة افراز اللعاب والعصير المعدى ٠ وعندما يتوالى ظهور أى منظور مع الطعام باستمرار ، ولا يظهر الا فى وجود الطعام ، فان ظهور هذا المنظور بعد ذلك بدون طعـــام يؤدى الى نفس الأعراض التى تحصل عند ظهوره مع الطعام ٠

والمعروف أن اللعاب والعصير المعدى يتدفقـــان مع الطعام ، لحماية الحيوان أساسا مما قد يصاحب البلع من الآلام التى يمكن أن تحدث ، لو كان الحلق والمعدة جافين٠

وسهولة بلع الطعام دون آلام تعطى للحيوان متعـــة عند الأكل مما يجعله يشتهى الطعام • أما اذا لم يتدفق اللعاب فان الأكل يكون مصحوبا بآلام ، مما يجعل الحيوان لايرغب فيه ، وبناء عليه فان بافلوف يقرر أن رد الفعل يصـاحبه انفعال معين يتأرجح بين الاشتهاء والألم • ويلعب الجهاز العصبى دورا هاما فى احداث ردود الفعل هذه • وانفعالات رد الفعل والاشتهاء أو الألم تكون من أقوى ما يمكن فى العمليات التى تلعب دورا هاما فى تكاثر النوع أو بقاء الذات • وتكون مؤلمة فى الحالات التى تضر بتكثير النوع •

ولن نحاول أن نطيل فى شرح أساسيات عمل الجهاز العصبى حتى لا ندخل فى تفاصيل متعددة تبعد بنا عن الهدف الأساسى لهذا الكتاب • الا أننا نحب ان نشير الى كتابين يتناولان هذه النقطة بدقة واسهاب وهما المرجعان رقم ١ ، ٧ ، والمذكوران فى قائمة المراجع بآخر الكتاب • ويتعرض الجهاز العصبى لحالات تشويش ، مثلهمثل أى النظم السيبرنية الأخرى ، وينشأ عن ذلك حالات مرضية نذكر منها المثالين الآتيين :

المثال الأول مريض لا يشكو من أى نوع من أنواع الشلل ، ولكنه عندما يتحرك يركز بصره على قدميه ، ويبدأ الحركة برفع القدم ، ثم يلقيها بقوة على الأرض . ويلقى بكل قدم بعد الأخرى الى الامام • وهذا المريض اذا عصبت عيناه فانه لا يستطيع الحركة على الاطلاق • وفى الحـالة الأخرى يكون المريض غير قادر على الامساك بسيجارة عندما

تقدم اليه ، ويقبض بدلا منها على الهواء بجوارها • أما اذا أعطى كوب ماء فى يده لتناوله فانه لا يستطيع ايصال الكوب الى الفم •

وكلا المريضين لا يستطيع التحكم فى حركته ، فالمريض الأول يعانى من مرض فى أعصاب العمود الفقرى، التى تخرج من النخاع الشوكى ، نتيجة لاصابته بواحد من الأمراض التى تؤدى الى تلف هذه الأعصاب • وهذه الحالة تعنى أن الجهاز العصبى لا يستقبل الاشارات التى ترسل من أعضاء الحركة ، والتى يقوم هذا الجهاز ، بناء عليها ، بالتحكم فى الحركة الصحيحة ، ولذلك فان المريض يعتمد أساسا على عينيه فى تحديد مواقع قدميه • اما المريض الثانى فهو يعانى من ضعف فى قدرة المخيخ على نقل الاشارات •

من هذا نرى أن أى رد فعل لا يعتمد نقط على وجود مؤثر يعمل بصورة جيدة ، وانما يجب أن تصل هذه المؤثرات الى الجهاز العصبى ، وان تفسر وتربط بالمعلومات الأخرى القادمة من مراكز الحس الأخرى ، حتى يمكن أن يحدث رد الفعل السليم للمؤثر • وقد استفاد المهندسون كثيرا من دراسات الجهاز العصبى وطريقة نقله للمعلومات فى تصميم الآلات الحاسبة • وسنشرح ذلك فيما بعد •

السيبرنية والعلاج النفسى :

هناك عديد من الحالات غير السابقة يصاب فيها

الانسان بأعراض مرضية نتيجة خلل فى الجهاز العصبى. وخطر حدوث هذا الخلل موجود باستمرار . ولكن كيف يمكن العمل على منع حدوث هذه الحالات ؟ ان المخ بصفته المهيمن على النشاط العصبى ، هو الذى يقوم بايجاد نظام لمنع حدوث الأخطاء ، لاستمرار النشاط الانسانى فى طريقه السليم . ولكننا نعلم أن لكل فعل أكثر من رد فعل ، فكيف يختار المخ رد الفعل المناسب ، واذا حدث خطأ فكيف يكتشف المخ هذه الأخطاء لو نظرنا الى أى عملية حسابية لها أكثر من احتمال لوجدنا ان أبسط طريقة لاكتشاف الخطأ هى المراجعة الجزئية لكل عملية ، ثم اعادة الحساب من النقطة التى ظهر بها الخطأ . ولكن هذه الطريقة لا يعتقد أنها تتم فى المخ . وتلعب النظم السيبرنية الهندسية دورا هاما فى تفسير هذه النقطة فى عمل المخ .

ان الطريقة الرياضية الأفضل لمنع الأخطاء ، والتى تتبع أو تطبق فعلا ، هى أن تمر العملية الواحدة فى أكثر من نظام لحسابها ، وفى نفس الوقت تطابق النتائج الوسطية الناتجة من كل نظام باستمرار . ووجود ثلاث نظم يؤدى الى ضبط النتائج بصورة كافية واكتشاف أى خلل بالآلة ، حيث أن تطابق أى نظامين دليل مؤكد على صحة النتيجة التى توصلا اليها . كذلك يجب مراعاة أن يعطى النظام الثالث ، الذى ظهر به الخلل ، اشارة عن مكان الخلل ، ليتم اصلاحه وذلك دون أن يتوقف النظامان الآخران .

ولا يستبعد بعض العلماء أن الجهاز العصبى كنظام سيبرنى يعمل بنفس الطريقة ومؤكدا لنظرية لويس كارول القائلة : « ما أقوله لك ثلاث مرات هو الحقيقة » .

ومن أهم أساسيات السيبرنية ، أنها لا يمكن أن تفسر بأى نظريات مادية ، وعلى ذلك فهى تقدم تفسيرا للعديد من الأمراض النفسية ، التى حار كثير من الأطباء الماديين فى ايجاد تفسير لها .

ففى حين نجد بعض الأمراض العضوية المادية ، مثل اصابات المخ والسرطان أو الجلطة أو غيرها، يمكن أن تؤدى الى تغييرات نفسية ، وأن بعض الأمراض النفسية والعصبية تكون راجعة أساسا الى اصابات مادية ، مثل الاجهاد العام ، أو الأمراض التى تؤدى الى خلل فى الوظائف الفسيولوجية العامة ، رغم هذا نجد من الصعب على الأطباء الماديين أن يوجدوا سببا ماديا ملموسا لبعض الحالات الأخرى مثل الشيزوفرانيا (انقسام الشخصية) أو حالات الاكتئاب العام . هذه الحالات يفسرها فينر فى كتابه عن السيبرنية بقوله :

« هذه المضايقات نطلق عليها مضايقات وظيفية ، وهذه التفرقة بين الظواهر المختلفة تبدو فى تناقض مع بديهيات النظريات المادية الحديثة ، التى تعزو كل التغيرات الوظيفية الى تغييرات فسيولوجية أو تشريحية فى العضو الذى تظهر فيه » .

ومن الطبيعي أن مثل هذا النظام (المخ) الذى يعتمد على ما يسمى بالنيورونات Neurones لنقل المعلومات لا يمكن أن يصل الى مرحلة جمود ، وعلى هذا فانه يتميز بحركة مستمرة (مثل باقى النظم الحية الأخرى) • لذلك فان الذاكرة فى حالتها الطبيعية تستقبل باستمرار معلومات جديدة ، وتمحى منها معلومات قديمة وهكذا ، أما اذا تجمعت المعلومات بدون أن تمحى بعض المعلومات القديمة من الذاكرة ، مقابل المعلومات الجديدة ، فانها تسبب حالة مرضية، كذلك يؤدى عدم تنشيط النيورونات أو عدم قدرتها الكاملة على نقل المعلومات الى حالات مرضية •

وفى حالات تجمع النيورونات (المعلومات) يجب ايجاد وسيلة فعالة لمنع هذا التجمع ، ولا توجد طريقة لفقد أو محو المعلومات كلية من المخ (الذاكرة) سوى الموت • وهذا طبعا حل غير مقبول • ويعتبر النوم أقرب الحالات الطبيعية ، وغير المرضية الى حالة فقدان المعلومات (الذاكرة) • وهنا يذكرنا فينر بالحالات الكثيرة التى ينصح فيها بالنوم ، للتغلب على الحالات المرضية ، وكلما كان النوم عميقا ، كان أثره أقوى • والحالة المناقضة الأخرى هى استعمال مبضع الجراح للتأثير على مراكز معينة فى المخ • ويعتقد فينر أنه اذا اعتبرنا أن جراحات المخ ، التى يقوم فيها الجراح بقطع أجزاء من المخ حتى

يتخلص المريض من آلامه ، وسيلة للعلاج ، فان الموت أيضا يمكن اعتباره وسيلة مماثلة للتخلص من الآلام ، حيث أن هذه الجراحات لاتساعد المريض على حل المشـــــاكل والتخلص من الآلام ، ولكنها تفقده جزءا من القدرة على الاحتفاظ بالذكريات ومنها المتاعب • وفعل الأدوية المهدئة أو الصدمات الكهربائية أو صدمات الأدوية وغيرها هو نفس فعل الجراحة ، وكلها لا تؤثر تأثيرا متخصصا على ذاكرة المدى الطويل • ولذلك يلجأ الى علم النفس والعلاج النفسى للسيطرة على هذه الحالات •

ومهما كان تفسيرنا لعلم النفس ، فان الأســــاس الواضح الذى ينبع منه العلاج النفسى ، هو أن الذاكرة تحتوى عادة على الكثير من المعلومات ، التى لا تستطيع لسبب أو آخر اظهارها عن طريق الكلام . والعلاج النفسى يعمل أساسا على اظهار هذه المعلومات وتفسيرها ، ويساعد المريض على تفهم هذه الأفكار النابعة من المعلومات المخبأة فى ذاكرته (العقل الباطن) ومحاولة السيطرة عليها •

ولكن كيف يمكن أن تحدث مثل هذه الحالات المرضية للانسان ؟

ان نظام الأعصاب فى الانسان يمكن تمثيله بشبكة خطوط التليفونات ، التى ينتظر منها فى حالتها العادية عند ادارة قرص التليفون برقم معين أن يرد المشـــترك المطلوب • وكلما قلت احتمالات الدقة فى النظام ، أدى

ذلك الى أخطاء فى الاستجابة للرقم المطلوب • ومن المعروف أنه كلما زادت شبكة التليفونات كانت أخطاؤها أكثر • ويعمل مهندسو التليفونات على ألا تزيد الشبكة بأى حال من الأحوال ، عن الحد الذى يسمح بنسبة معقولة من الأخطاء فقط •

والجهاز العصبى للانسان معقد جدا ، والفصل ضعيف بين الأداء السليم والوصول به الى مرحلة الارهاق، التى تؤدى الى حدوث خلل فى استقبال الاشارات وارسال ردود الأفعال • والحالات المرضية فى الجهاز العصبى يمكن أن تحدث عندما يكون حجم الاشارات المستقبلة كبيرا جدا نتيجة تعطيل فى وسائل الاستقبال ، أو نتيجة شغل هذه الوسائل باشارات غير مرغوبة ، مثل التفكير المستمر المتزايد فى أشياء معينة بالذات • وفى جميع هذه الحالات يصل الانسان الى المرحلة التى تكون فيها أجهزة استقباله مشغولة لدرجة أنها تصبح غير قادرة على استقبال الاشارات اليومية العادية • وفى هذه الحالة يصاب الشخص بحالات الانهيار العصبى ، التى قد تصل به الى الجنون أحيانا •

ولا يقتصر وجود النظم السيبرنية على الانسان والحيوانات العليا ، بل ان كثيرا من الحشرات ، والنباتات أيضا كما يعتقد بعض العلماء ، تحتوى على نظم سيبرنية لتنظيم عمليات معينة فى الكائن الحى • ومن النظم السيبرنية البدائية فى مملكة الحشرات نظام العمل داخل خلايا النحل والنمل ، والشفرة التى تنقل بها حشرات

النحل المعلومات من حشرة الى أخرى (لغة النحل) فقد وجد ان النحل يعتمد فى نقل اشاراته على الحركة (الرقص) وعلى الصوت الناشىء من الحركة فى نفس الوقت • أى أن النحل يستطيع التجاوب مع الأصوات ، وبالتالى يعطى ردود فعل معينة للأصوات التى يمكنه تمييزها عند سماعها •

ويتعرض الأطباء الى مشاكل متعددة أثناء اجراء العمليات الجراحية المختلفة ، التى تنشأ عن ضرورة ايقاف أحد أو بعض النظم السيبرنية أثناء اجراء الجراحة المطلوبة • وقد أدى هذا الى ضرورة الاستعانة بالمهندسين لتصميم آلات تؤدى عمل هذه النظم أثناء ايقاف النظام الطبيعى • ومن هذه الأجهزة القلب الصناعى وأجهزة التحكم فى التنفس وغيرها • وتدخل الدراسات التى أدت الى تصميم وانتاج هذه الأجهزة تحت قسم Biotechnics السابق ذكره وهو استخدام النظريات السيبرنية لتصميم أنظمة تؤدى وظائف حيوية ، فى حين أن الأجهزة الأخرى التى تقوم باجراء التحليلات المختلفة أو غيرها لا تدخل ضمن هذا الفرع من السيبرنية •

الفصل الثالث

السيبرنية والعلوم الإنسانية

العلوم الانسانية مرتبطة بوجود الانسان . وبالتالى بوجود المجتمعات المختلفة التى يكونها هذا الانسان · ولو نظرنا الى الكون ككل لوجدنا أن احدى السمات المميزة للطبيعة ، سواء الحية أو غير الحية ، أنمعظم النظم الموجودة فى هذا الكون ، ان لم يكن كلها على الاطلاق ، تتكون من وحدات أصغر ، وأن كل وحدة من هذه الوحدات ، فى حد ذاتها ، تكون نظاما أو مجتمعا صغيرا ، يتكون من وحدات أخرى وهكذا ·

فلو نظرنا الى أى جسم مادى غير حى ، لوجدنا أنه يتكون من جزيئات ، وأن الجزيئات تتكون من ذرات ، التى تتكون بدورها من وحدات أصغر · ونجد أيضا أن هناك باستمرار علاقة معينة نربط بين التركيبات المختلفة ، سواء كانتعلى مستوى مكونات الذرة ، أو الذرة نفسها أو الجزىء الذى يتكون من عدة ذرات : وحتى داخل هذه النظم غير الحية ، توجد طرق مختلفة يمكن بواسطتها للذرات المختلفة ، أن تتعرف على الذرات الأخرى ، التى يمكن أن

ترتبط بها لتكون جزيئات مادة معينة ذات شكل معين ٠

واذا انتقلنا الى الكائنات الحية نجـد أن الفيلسوف لايبنتز Leibniz اعتبر الكائن الحى ككل عبـــارة من كائن بداخله كائنات حية أصغر ٠ وأن تجمع هذه الكائنات الحية هو الذى يشكل الكائن الفرد ٠ ويعتبر العالم فينر مؤسس علم السيبرنية أن رأى لايبنتز هذا ليس الا تفسيرا فلسفيا لنظرية الخلية ، التى نعرفها الآن ، والتى لم تعرف الا بعد عصر لايبنتز بسنوات طويلة ٠

وكما نعرف الآن فان الكائن الحى ، ســواء الانسان أو الحيوان أو النبات ، يتكون من خلايا متعددة ، تقوم كل مجمـوعة منهـا بأداء عمل معين داخل اطار الكائن العام ٠ وترتبط هذه الكائنات (الخلايا) بنظم للاتصـــال وتبادل المعلومات خاصة بها ، على مســـتوى الخلية وعلى مستوى الـكائن ككل ٠ وقـــد ذكرنا بعض هذه النـظم فى فصل السيبرنية والبيولوجيا ٠

ولكن الكائن الحى لا يعيش وحيدا ، بل ان الأفراد المتعددة من النوع الواحد تتجمع باستمرار ، وتكون نظما أكبر أو مجموعات ، تكون الوحدة فيها هى الكائن الواحد المتكامل ٠٠ وعندما يتجمع هـذا النظام ويكبر حتى يعطى ما يسمى بالمجتمع ، أو الجماعة، فانه يتطور بنفس الصورة التى تطورت بهـا الوحدة المكونة له ٠ ففى الانسان ينشأ الكائن الحى من خلية واحدة تقوم بجميع الوظائف الحيوية

المطلوبة ، ثم تكبر وتنقسم، وتتكون الخلايا الاخرى ويتوزع العمل بينها • وفي الجماعة أيضـــا ، عندما تكون صغيرة يكون تقسيم العمل بسيطا ، ثم يزداد بازدياد حجم الجماعة، ثم تنقسم الجماعة الكبيرة (المجتمع ـ الدولة) الى جماعات صغيرة ، تقوم كل منها بأداء عمل معين ، حسب احتياجات التنظيم الكبير (المجتمع) •

والعلاقة بين أفراد النظم المختلفة تختلف تبعا لنوعية النظام ، والعلاقة بين الخلايا في جسم أى كائن حى وبعضها مختلفة تمـاما عن العلاقة بين الافراد المختلفين في المجتمع الانساني ، أو في مجتمع الحيـوانات الراقية أو الحشرات الاجتماعية مثل النحل • اذ نجد أن كل فرد من أفراد هذه الجماعات (الانسان ـ الحيوان ـ الحشرات) يتمتع بنظام حسى وعصبى خاص به وغـير مرتبط بالجماعة ، وترببط أفراد الجماعة علاقات زمانية ومكانية ، دون أن يوجد بينهم علاقات سيكولوجية مستمرة •

ولما كانت الخــلايا والانسان والحيوان وغيرها من الكائنات الراقية الموجودة في جماعات ، توجد لاداء وظائف معينة داخل كل نظام ، فلا بـد من وجود أجهزة تنظيمية طبيعية تربط بين الوحدات المختلفة • وقد رأينا في الأجزاء السابقة ، كيف ترتبط الخلايا ، وتنظم تبـادل المعلومات داخل أجزائها المختلفة ، وبين بعضها وبعض ككل ، وكيف تربط النظم السيبرنية المختلفة أنشطة الكائن الحى كفرد •

أما بالنسبة للجماعات ، التى تتكون من كائنات حية متعددة ، فقد كان عليها أن توجد وسائل لتبادل المعلومات بين أفراد كل من هذه الجماعات . ونجد أن هذه الوسائل تأخذ صور الروائح عند بعض الحشرات والحيوانات . وتأخذ وسيلة الاتصال بين أفراد الجماعات الانسانية صورة أخرى ، وهى ما نعرفه باسم اللغة . وتختلف اللغات تبعا للمكان ، والزمان ، وأفراد الجماعة الذين استخدموها كوسيلة للاتصال وتبادل المعلومات . وصورة الاتصال بين أفراد الجماعة الواحدة عبارة عن نظام من النظم السيبرنية، يخضع للنظريات السابق ذكرها ، واللغة هى الشفرة التى تستخدم لنقل المعلومات ويمكن تفسير ذلك كما يلى :

١ ـ شخص يريد الحصول على شىء معين (الهدف)

٢ ـ يرتب ما يريد على صورة كلمات تبعا لأصول وقواعد اللغة (التخطيط)

ثم يتحدث مع أفراد آخرين تبعا للتخطيط المذكور (ارسال الاشارة)

٣ ـ الأفراد يتولون استقبال الاشارة (الكلمات) وفهم المطلوب منها (التنظيم)

٤ ـ الأفراد يقومون باحداث رد الفعل المطلوب تبعا للاشارة المرسلة .

وبناء على رد الفعل يقرر الشخص ما اذا كان رد الفعل

هـذا كافيا من وجهة نظره لتحقيق الهـدف المطلوب ، أو يستدعي تحقيق الهدف خطوات أخرى· أى ارسال اشارات أخرى لتقريب الوصول الى الهدف · وهـــذا هو ما يسمى بالتجاوب مع النظم الأخرى ، أو ما يظهر فى مثال الربان الذى ذكرناه فى أول الكتاب تحت مدلول موقـــع السفينة بالنسبة الى ما حولها · هذا هو ما يحـــدد نوعية الدورة التالية من النظام ·

واللغة فى هذه الحالة عبـــارة عن شفرة معينة اتفق عليها وعلى مدلولاتها ليتم نقل المعلومات بواسطتها ، ورغم أن اللغة وســـيلة هامة من وسائل الاتصـــال بين أفراد الجماعات المختلفة بعضهم وبعض ، فانها فى نظر كثير من باحثى السيبرنية ليست شرطا أساسيا لانتقـال المعلومات بين أفراد الجماعات ، اذ يمكن حتى بدون وجود اللغة أن يتم الاتصـــال بين الأفراد · ولكن نجاح هـــذا الاتصـال واستمراره ، يتوقف على كل من الطرفين المرسل والمستقبل، وقدرتهما على اختيار الاشارات والانتباه أثناء استقبالها ، والمقدرة على تفسير مدلول كل من هـــذه الاشارات · واذا استمر ارسال نفس الاشـــارة لنفس المدلول الحسى . فانه سيمكن لكل من الطرفين فهم اشارات الطرف الثانى . دون علم مسبق بها · ويقصد هنا بالعلم المسبق المعرفة السابقة قبل تبادلهما هذه الاشارات · ولا يستلزم بالطبع أن تكون هذه الاشارة صوتية (لغة) ، بل يمكن أن تكون اشارات من اليدين أو الأرجل أو اشارات بالرأس · ولن نحاول هنا

أن ندخل فى تفاصيل علم اللغة ، الا أنه بتطور المجتمعات استخدمت الأصوات ، كاشارات للدلالة على معلومات معينة، وتطورت هذه الأصـــوات لتعطى مدلولات ثابتة ، وبذلك نشأت اللغات المختلفة •

ومن هذا نرى أن اللغة فى أساسها صـــوتية أى أن الكلمة أو الاشارة المسموعة هى أصل اللغة ، ثم بعد معرفة الكتابة استخدمت الكتابة للدلالة على مدلول صوتى خاص، وفى ذلك يذكر محمود حجازى فى كتابه علم اللغة :

« فالكتابة قديما وحديثا بديل للصورة المنطوقة للغة، وتتفاوت قيمة دقة هذا البديل من كتابة لأخرى ، والأساس دائما هو النطق • وما الكتابة الا محاولة للرمز الى النطق، تتفاوت درجة نجاحها فى أنظمة الكتابة المختلفة » •

وأصبحت اللغة المسموعة أو المكتوبة مصدرا هاما من مصادر الحصول على المعلومات ، وتنظيم العلاقات بين أفراد المجتمع . وكلما ارتفع المستوى الحضارى لمجتمع ما، أزدادت أهمية اللغة للربط بين أفراده •

ونظرا لتباعد المجتمعات الانسانية بعضها عن بعض فى أول الأمر ، نشأت أصـــوات مختلفة للتعبير عن نفس المدلول الحسى لدى الجماعات المختلفة • وبالتـــالى نشأت اللغات المختلفة واللهجات المتعددة للغة الواحدة • وكتبت هذه اللغات أيضا بصور مختلفة • ولما ازداد الاتصال بين الجمـاعات المختلفـــة ، التى تكون دولا أو مجتمعات قائمة

بذاتها ، لكل منها أنظمتة الخاصة لتبادل المعلومات، نشأت الحـــاجة الى ايجاد وسيلة لتبادل المعلومات بين الجماعات المختلفة ، سواء عن طريق الصوت أو الكتابة • ولما كانت كل اللغات هدفها اعطاء مدلول معين للأشـــياء فانه يمكن الربط بينهـــا عن طريق تجميع كل الاشـــارات فى اللغات المختلفة التى تعبر عن مدلول حسى واحد • واذا استطاع شـــخص أن يعرف الاشارات الخاصة للمدلولات الحسية المختلفة المستخدمة فى مجتمعات مختلفة ، فانه يستطيع أن يتبادل المعلومات مع أفراد كل هذه المجتمعات بســـهولة ويسر • ومن هنا نشأت الترجمة • وكما نرى فان عملية نقـــل المعلومات عن طريق اللغـــة ، وترجمة اللغات تتبع الأسس العامة للنظم السيبرنية •

وبنطبيق النظريات الســـيبرنية المختلفة ، وبالذات أساسيات نظريات نقـــل المعلومات ، ونظرية الشفرة على علوم اللغة تم التوصل الى عديد من العلاقات ، التى أمكن التعبير عنها رياضيا • وقام الباحثون فى مجالات السيبرنية واللغات بالاستعانة بالرياضيات البسيطة والعليا لاستخراج قوانين ثابتة عامة للغات ككل، ولكل لغة على وجه التحديد• ودون أن ندخـــل فى أى تفـــاصيل رياضية ، سنذكر على سبيل المثال بعض العلاقات اللغوية التى يمكن التعبير عنها بالمعادلات الرياضية •

١ ــ العلاقة بين حروف اللغـــة وعدد الكلمات الممكن تكوينها من هذه اللغة •

٢ ـ العلاقة بين حجم الكلمة ومدى استخدامها فى النصوص المختلفة .

٣ ـ التوزيع المثالى للكلمات المختلفة ، والعلاقة بينها وبين مدى استخدامها فى النص .

ويلاحظ أن هذه العلاقات الرياضية لا تفسر ظاهرة معينة كما هو الحال فى العلاقات الرياضية فى بعض العلوم الطبيعية ، مثل الفيزياء أو الكيمياء ، بل أن العلاقات الرياضية فى اللغة ، تعمل على حل بعض المشاكل المتعلقة باللغة ، مثل عمليات تسجيل المعلومات Documentation أو الترجمة وتساعد على استخدام الآلات السيبرنية لهذه الأغراض :

ولقد أثيرت فكرة استخدام الآلات فى الترجمه لاول مرة فى عام ١٩٣٣ فى روسيا بواسطة سميرنوف ـ ترويانسكى . ولم تبدأ الخطوات الحقيقية لتنفيذ هذه الفكرة الا بعد الحرب العالمية الثانية . وفى عام ١٩٥٢ اجتمع علماء اللغة وخبراء تصميم الآلات السيبرنية لمناقشة هذه الدراسات وفى عام ١٩٥٤ جربت أول آلة الكترونية للترجمة فى جامعة جورج تاون فى الولايات المتحدة الأمريكية. وكانت الآلة من طراز أ.ب.م ٧٠١ I.B.M. 701 وذلك للترجمة من الروسية الى الانجليزية . وكانت التجارب الأولية بدائية جدا ، واستخدم فيها ٢٥٠ كلمة فقط ، وبدون أن يوضع فى ذاكرة الآلة أى مرادفات للكلمة الواحدة . وتطورت الآلات التى تقوم بترجمة اللغات تطورا

كبيرا فى السنوات التالية • وأصبح فى الامكان أن نحصل على ترجمات عديدة فى مستوى مقبول ، ولكنه غير جيد ، ولا تتبع القواعد اللغوية للغة المترجم اليها بدقة شديدة ، أى أننا لا زلنا بعيدين عن ايجـاد الآلة التى تقـــوم بعمل المترجم البشرى • ومن الصعاب التى تجـابه الوصول الى مثل هذا الهدف أن الآلة تختار كلمات من لغة معينة ، بدلا من كلمـــات من لغة أخرى ، دون أن يكون لها الاحساس الجمالى بالمعانى الموجودة فى الجمل والكلمات التى تتكون منها •

وعمل المترجم يتم على الوجه التالى :

١ ـ قراءة النص اللغوى واختيار أنسب الكلمات فى اللغة المترجم اليها لكل من كلمات النص الأصلى •

٢ ـ دراسة النص الأصلى لغويا وجماليا •

٣ ـ اختيار التكوين المناسب للنص باللغــة المترجم اليهـــا ، حسب قواعد هــذه اللغة والاستخدامات المختلفة لكلماتها •

وأبسط مرحلة من هذه المراحل هى المرحلة الأولى ، وهى المرحلة التى يمكن أن تتم بواسطة الآلة بسرعة كبيرة، وبدقة متناهية ، واذا كان للكلمة أكثر من ترجمة فى اللغة المترجم اليها ، فانه يمكن للآلة أن تعطى كل هذه الكلمات التى لها نفس المعنى •

وتصميم آلات تقوم بجانب اختيـــار الكلمات المقابلة

لمعنى من المعان ، من لغة الى أخرى ، بدراسة النص الأصلى لغويا وجماليا ، واختيار التكوين اللغوى المناسب فى اللغة المترجم اليها عملية صعبة للغاية • وهكذا لا يتوقع العلماء أن تحل الآلة محل المترجم الماهر ذى الخبرة ، بل ان الآلة يمكن أن تساعده فقط • وذلك فى ترجمة المواضيع القصيرة التى تحتوى على معلومات علمية محددة ، أو ترجمة كلمات أو اعطاء كل الكلمات المترادفة فى لغة ما لكلمة مختارة من لغة أخرى وهكذا • وعلى المترجم أن يختار أفضلها ، وأن يكون النص بالصورة الجمالية المطلوبة •

ويقول كرايزمر فى كتابه عن السيبرنية :

« وتصعب ترجمة الآداب الجميلة ليس فقط لاحتياجها لقاموس أغنى جدا ، بل أيضا لأنه فى الانتاج الأدبى كثيرا ما يستخدم كل ما يمكن من التعابير الاديوماتيكية ، أما الصعوبة الأساسية لترجمة المواضيع الأدبية فهى أنه أحيانا يتضح أن الترجمة السليمة شكليا تكون بعيدة جدا ، فى معناها وروحها عن الأصل ، لأنه لا يجب على مترجم الانتاج الأدبى أن يعرف جيدا اللغة وحسب ، بل يجب أن يعرف أيضا كيان وحياة وثقافة وعادات الشعب الذى يقوم بالترجمة من لغته • وطبعا سوف لا نستطيع أن نطلب هذه المطالب من الآلة » •

سيكولوجية تفهم المعلومات :

ان عملية اعطاء معلومات معينة للانسان ، واستقبالها وتفهمها والتفاعل معها لاعطاء رد فعل معين ، هى فى حد

ذاتهـا عملية سيبرنية ، تخضع لقواعد وأساسيات هذا العلم • وهى بجانب كونها عملية فسيولوجية . فهى أيضا تخضع للقـواعد السيكولوجية ، ولا يكفى دراسة وتفهم النظريات والقوانين التى تحكم عمل هذا النظام من الناحية الفسيولوجية لمعرفة كيفية عمل هذا النظام فى الانسان ، بل يجب أن تتم الدراسة على أساس سيكولوجى أيضا •

وقد اهتمت السيبرنية بدراسة هذه العملية بالنسبة للفرد والجماعة ، لوضـع الأساسيات السيبرنية للأجزاء السيكولوجية من عملية تفهـم المعـلومات والرد عليها • ونتيجة لاستخدام المفاهيم السيبرنية فى هذه الدراسات ، أمكن التوصل الى ايجاد علاقات رياضية متعددة بين الأجزاء المختلفة لهذا النظام • ولامكانية اعطاء رد الفعل •

ومن الحقائق المعروفة والتى أمكن ايضاحها رياضيا ما نلاحظه جميعا من أن الشيء الجديد غير العادى . والذى يعبر عنه بالتعبيرات السيبرنية بأنه (غنى بالمعلومات) يثير دهشتنا ، وبالتالى يكون انطباعنا عنه أو ما يتركه فى الذهن من معلومات محـددة ، أقل بكثير من شيء اعتدناه (فقير بالمعلومات) • هذا مع افتراض أن تأثير كل منهمـا على الشخص يظل لفترة محددة وثابتة فى الحالتين •

وهذا يعنى أنه لو مرت سيارة لم نرها من قبل لفترة محددة أمام أى شخص ، فان هذا الشخص لن يتذكر الكثير من معالم السيارة (شكلها ـ رقم لوحاتها ـ لونها وما الى

ذلك) مثلما يتــذكر بالنسبة لسيارة أخرى شاهدها أكثر من مرة قبل ذلك ، رغم أن السيارة الاولى تكون من الناحية السيبرنية أغنى بالمعلومات الجديدة من الثــانية . كذلك بالنسبة لأى شيء آخر ، فانه كلما اعتدنا الشيء ، أى رأيناه أكثر من مرة ، اذا كانمرئيا ، أو سمعناه، اذا كان مسموعا، فان قدرتنا على استقبال المعلومات من هذا الشيء ، تكون أكثر رغم أن محتواه من المعــلومات الجديدة بالنسبة لنا يكون أقل .

واستخدمت هذه العلاقة في دراسات نفسية متعددة، وأمكن بواسطتها التــوصل الى أن القــدرة على استقبال المعلومات مرتبطة بالذكاء العام للشخص ، ومدى تجاوبه مع العالم الخارجي . وبالتالى مدى قــدرته على التعلم والتأثر بما حوله من أحداث ، أو بمدى ما يصل اليه من معلومات من العالم الخارجي ، وأمكن بناء على هذه العلاقات تحديد اختبارات الذكاء والشــخصية في علم النفس بالنســبة للمستويات المختلفة من الأشخاص .

وهذه الدراسات وغيرها مما يرتبط بعملية التجاوب النفسى للأفراد والجماعات مع المؤثرات الخارجية ، أيا كان نوعهــا ومصـــدرها ، حظيت باهتمام كثير من علمــاء الاجتـــماع وعــلم النفس ، وطبقت النظريات والعــلاقات السيبرنية التى تم التوصل اليهــا من هذه الدراسات فى مجالات متعددة ، وساعدت هذه الدراسات فى وضع الأسس السيبرنية لعمليات تعلم الأفراد ، وكذلك محاولة تفهم تأثير

القيم الجمالية المختلفة على الفرد ، مثـــل الموسيقى والغناء (الصوت) ، والفنون التشكيلية (الصورة) ككونها وسيلة لنقل معلومات معينة لاعطاء تأثير جمالى معين لدى الفرد .

ولكن الفرد فى المجتمع لا يتلقى المعلومات بالصورة العفوية ، التى ذكرناها فى مثال السيارة ، بل ان المعلومات التى يتلقاها أى فرد بهذه الطريقة فى المجتمعات الحديثة . لا تشكل سوى جزء بسيط مما يتعلمه ، أما الجزء الأكبر من عمليات التعلم فيتم عن طريق التعليم المنظم فى المدرسة، أو معاهد التعليم المختلفة . ولذلك اهتمت السيبرنية كما ذكرنا بهذه الدراسات ، وقد ساعدت الدراسات السيبرنية للأسس الفسيولوجية والسيكولوجية لعملية التعليم والتعلم على احداث تغـــيرات جوهرية فى نظم التعليم الجماعى . وحتى تتضح لنـــا الأهمية البـــالغة لهـــذه الدراســـات . سنستعرض فيما يلى الأنماط الأساسية لعملية التعليم .

النمط الأول :

وفيه يتم اعطاء الدرس ، أو اعطاء المحاضرة بواسطة المدرس أو المحاضر ، ويقوم القائم بالتدريس باعطاء ما لديه من معلومات ، وعلى متلقى الدرس محاولة تجميع أكبر قدر من المعلومات خلال فترة الدرس . وهنا لا يوجد أى اتصال عكسى بين متلقى الدرس والمحاضر ، يمكن بواسطته للقائم بالتدريس أن يتـــعرف على مدى اســـتيعاب ما ألقـــاه من معـــلومات . ويطلق «فرانك» على هـــذا النمط (ونظام

التوجيه) . وهذا النمط هو السائد فى الجامعات والمحاضرات العامة . ونحن نتعرض هنا لأسلوب اعطاء المعلومات ، ولا علاقة لنا فى هذه الحالة بما اذا كان يعقب المحاضرة مناقشة ، قد تؤدى الى توضيح بعض البيانات أو المعلومات ، حيث أن انهاء المحاضرة يعتبر فى ذاته انهاء لمرحلة اعطاء المعلومات .

وهناك ثلاثة أنماط أخرى تتميز بأنها كلها تتبع نظام التحكم . وتخضع كلية للنظم السيبرنية ، ويتم التحكم فيها عن طريق التلقيم المرتد ، الذي سبق ذكره ، اذ يقوم متلقى الدرس باعطاء المدرس البيانات المطلوبة والمعلومات الكافية ، بأية وسيلة من وسائل الاتصال ، عن مدى استيعابهم لما ألقى عليهم من معلومات . وبناء على هذا التلقيم المرتد يتولى المدرس التخطيط للخطوة التالية ، وهى اما الاستمرار فى المراحل التالية للدرس ، أو التوقف قليلا عند نقطة معينة ، أو اعادة بعض النقاط السابقة . والأنماط الثلاثة هى :

النمط الثانى :

وفيه يقوم المدرس باعطاء الدرس لشخص واحد ويتولى عن طريق الأسئلة المستمرة ، والتتبع الشخصى لمدى استيعابه ، تحديد الخطوات التالية للتدريس . وهذا النمط يمثل الدروس الخصوصية .

النمط الثالث :

وفيه يقوم المدرس بالتدريس لأكثر من شخص كما فى حالة المحاضرة السابق ذكرها ، أو كما فى الفصول التعليمية فى المدارس ، اذ يقوم المدرس بالتدريس لفصل كامل • وتكون هناك علاقة عكسية بين المدرس وكل من التلاميذ فى الفصل يقوم خلالها المدرس باعطاء المعلومات • وعن طريق هذه العلاقة العكسية يتم بواسطة التلقيم المرتد (الأسئلة وغيرها) تحديد النقط التالية • وهذا النمط هو السائد فى المدارس حيث يقوم المدرس بالتدريس لفترة معينة ، ومن حين لآخر يتتبع مدى استيعاب التلاميذ للمعلومات التى يلقيها عن طريق الأسئلة والاختبارات وغيرها • ولكن كما نعرف كلنا أن هذا النمط يعيبه وجود علاقة عكسية بين التلاميذ وبعضهم • هذه العلاقة وان كانت نظريا ليس لها علاقة بعملية تلقى المعلومات فى حد ذاتها الا أنها موجودة ، ولا يمكن اهمالها • وهذه العلاقة من الناحية السيبرنية هى عبارة عن تشويش، وهذا التشويش يعمل كما ذكرنا على التقليل من حجم المعلومات التى تلقى، ومن كفاءة استقبالها • وكلنا نعلم طبعا كم يعانى المدرسون من هذا التشويش الذى يحدثه التلاميذ فى الفصول بمناسبة وبدون مناسبة وبقصد أو بدون قصد •

النمط الرابع :

وهذا النمط مثل النمط السابق تماما ، وتتم كل العمليات فيه بنفس الأسلوب ، ما عدا أنه يمكن بواسطته

التغلب على التشويش الذى تحـــدثه العلاقة العكسية بين التلاميذ بعضهم وبعض ، ليس عن طريق الغاء هذه العلاقة، بل عن طريق ادخالها فى نظام تلقى المعلومات نفسه ، أى تحويل علاقة التشويش بين التــلاميذ الى علاقة تساهم فى زيادة المعلومات التى يتلقاها كل منهم· وهناك طرق متعددة لتوضـــيح كيفية ادخال العــلاقة بين متلقى المعلومات داخل النظام التعليمى بدلا من تركها كعامل تشويش ·

وأدت هذه الدراســات الى اتبـــاع أساليب التعليم المبرمج ، التى يمكن بواسطتها لكل تلميذ أن يتحقق بنفسه من مدى استيعابه ، ويتوقف عن الدراسة فى المرحلة التى يرى أنه لم يستوعبها أو يعيدها ، وغـير ذلك من أساليب التعلم الأخرى مثل التعليم بواسطة الشبكات اللاسلكية ، وعزل التلاميذ عن الاتصـــال بعضهم ببعض الا عن طريق المدرس ، وهكذا من النظم التى تهـــدف فى النهـــاية الى الاستفادة بأكبر ما يمكن من وقت المدرس ، واعطاء التلاميذ أكبر قدر من المعلومات بأقل مجهود فى أقل وقت · ولاشك أننا جميعا سمعنا وقرأنا عن الآلات التى تحل محل المدرسين فى المدارس ، وهى أيضـــا عبارة عن نظم سيبرنية تخضع للقواعد المختلفة السابق ذكرها ، والتى أدخل فى الاعتبار عند تصميمها كل العوامل المحتملة المعروفة ، التى تلعب دورا فى عملية التدريس والتعليم · ويرى بعض الباحثين أن هذه الآلات ، والتعليم بالراديو والتليفزيون داخل البيوت والمدارس ، ستلعب دورا هاما فى التعليم فى المستقبل ·

ولكن هل سيأتى الوقت الذى تحل فيه هذه الآلات محل المدرس ؟ سنذكر فى هذا المجال ترجمة لبعض كلمات للبروفسير ب٠ف سكيز الاستاذ بجامعة هارفارد احدى أشهر سبع جامعات بالولايات المتحدة ، فى معرض حديثه عن طرق التعليم الجديد حتى عام ١٩٨٤ ٠

« وسيكون هناك مدرسون فى عام ١٩٨٤ ، الا انهم لن يؤدوا الأعمال التى يمكن للآلة أن تؤديها كما يفعلون الآن ، ولكنهم بمساعدة الآلات سيستطيعون التدريس بكفاءة . ولأنه سيكون فى امكانهم اعطاء المجتمع أكثر مما يعطوه الآن ، فان حالتهم المادية والاجتماعية ستتحسن ، وسيحسون بالارتياح لمعرفتهم بأهميتهم كاشخاص ٠ »

وهكذا نرى أن أحد كبار العلماء فى أكبر دولة تصنع الآلات السيبرنية فى العالم وتعمل على تطويرها واستخدامها فى كل المجالات ، يؤكد ان هذه الآلات لا يمكن أن تحل محل المدرس ٠٠ أى لا يمكن أن تحل محل العقل والجهد البشرى ٠ ولكنها ستوجد فقط لتريحه من عناء بعض الاعمال . ليتفرغ الذهن البشرى للمزيد من العطاء الخلاق للأجيال القادمة ٠

ويرى علماء التعليم أن انسان المستقبل سيظل يتعلم طوال حياته ٠ ونحن نرى هذه البوادر فى العصر الحديث فمن من آبائنا من أجيال العقد السادس ، ومازاد عنه الذين يعيشون منا ، تعلم فى المدرسة شيئا عن الطاقة الذرية ،

التي أصبحت تطبيقاتها الآن حولنا باستمرار ·· بل ومن منا نحن أجيال العقد الرابع أو حتى جيل العقد الثالث تعلم في المدرسة شيئا عن الأقمار الصناعية ورحلات الفضاء ·· بل ولماذا نذهب بعيدا ·· ان عديدا من قارئي هذا الكتاب ولا شك يجوبون آفاق السيبرنية لأول مرة · وقد يكون بعضنا درس أجزاء منها فيفروع مختلفة من العلم والمعرفة· وقليل جدا قد درسها كعلم قائم بذاته · **ولكن هذا لم يمنعنا جميعا من قراءة هذا الكتاب للتعرف عليها · وهكذا بالنسبة الى عديد من المعلومات الجديدة ، لا نلحق بها في المدرسة أو الجامعة ، وعندما نقف في معترك الحياة العملية ، نجد أنفسنا مضطرين للتعامل معها ، دون أن ندرسها الدراسة الوافية · ولذلك فان الانسان العصرى يتميز بأنه يظل طوال حياته يتلقى المزيد من المعلومات الجديدة ، ولم تعد واجبات المدرسة والجامعة اعطاء المعلومات الجديدة كلها ، بل أصبحت هي اعطاء التلميذ والطالب القــدرة على تفهم المعلومات ، والبحث عنها ، وتعويده على اســتخدام المنــاهج المختلفة للحصول على المعلومات وتقييمها والاستفادة منها · ان التعلم الحقيقي وقدرة الشخص على اثراء معلوماته ، وتزويده نفسه بالمعارف في العصر الحديث تستمر حتى بعد انتهاء مرحلة التعليم ، ولا تنتهي عندها كما كان الحال في الماضي ·**

والانسان في المجتمع يتلقى المعلومات مهما كانت من الأفراد الآخرين الذين يعيشــون معه · وكلما كبر المجتمع أصــبح من الصعب أن يقوم كل شخص بابلاغ الآخرين

ما يريده . وبالتالى وجدت وسائل الاعلام مثل الصحافة ، والراديو . والسينما ، والمشواف (التلفزيون) ، والاعلانات، وغيرها . وأصبحت جزءا لا يتجزأ من المجتمع الحديث ، ومصدرا لتزويد الفرد بالمعلومات . وكل منا مهما كان مركزه الاجتماعى يتخذ يوميا العديد من القرارات ، التى تؤثر فى الاشخاص الآخرين بطريق مباشر ، أو غير مباشر، مثل شراء سلعة معينة ، أو ركوب وسيلة معينة للمواصلات، أو اتخاذ قرار معين فى موضوع خاص بالعمل . أو انتخاب أعضاء المجالس النيابية ، أو الشعبية أو غيرها . كل هذه الأمور صور مختلفة للقرارات التى يصدرها الفرد فى المجتمع الكبير ، وتؤثر على الأفراد الآخرين ، أو على المجتمع ككل. ولكن هذا الفرد الذى يتخذ القرار يحتاج باستمرار الى معلومات لاتخاذ قراراته ، فلا يمكن شراء صنف معين من الخبز وتفضيله عن الأصناف الأخرى الا اذا كانت هناك معلومات كافية متاحة عن طعمه وسعره ، وطعم وسعر الأصناف الأخرى ، ومدى استساغة الآخرين له وهكذا . وهذه المعلومات يحصل عليها الفرد ، اما بالتجربة الشخصية ، أو عن طريق معرفة تجارب الآخرين ، وأحيانا كثيرة عن طريق الاعلانات المختلفة ، اذا كانت هذه السلعة مما يعلن عنه بطريق أو آخر .

ويعالج « فوربرت فينر » فى كتابه السالف الذكر عن السيبرنية فى عام ١٩٤٨ مدى أهمية المعلومات المتاحة للأفراد فى اتخاذ القرارات فى الحياة العامة ، وكيفية التحكم

فى هـذه المعـلومات · ويشرح ذلك بالنسـبة للحياة الاقتصادية ذاكرا أن أى مجتمع يقوم على البيع والشراء · ويفترض باستمرار أن كل شخص يريد أن يشترى بأرخص الأسـعار ، ويبيع بأعلى الأسعار · ونظرا لأن جميع أفراد المجتمع يعملون لهـذا الغرض ، فان مكسب أى فرد يرجع الى أن الآخرين قد قبلوا الشراء بالسعر الذى اشتروا به ، وان البائع رضى أن يبيع بهذا السعر ، وبالتـالى فان هذا النظام فى نظر واضعيه يحقق أكبر فاعلية لحفظ الأسعار فى مستوى يرضى عنه البائع والمشترى ، ويكون كل منهما راضيا عن أرباح الآخر ، ولا يعطى فرصة لأحدهما لاستغلال الآخر · ولكن الحقيقة فى رأى «فينر» عكس ذلك تماما ، والسبب هو أن اتخـاذ أى قرار فى لعبة معينة ، أو نظام ما ، يعتمد أساسا على البيانات المتـوفرة عن كل العوامل التى تؤثر على اتخاذ هذا القرار · وبالتالى فانه يعتبر لعبة السوق هى لعبة بين أفراد فى منتهى الذكاء (البائعين) وهم الذين تتوافر لديهم كل المعـلومات ، التى تؤثر على اتخـاذ القرارات ، وبين أفـراد فى منتهى عدم الاكتراث (المستهلكين) نتيجة لجهلهم ، وعـدم توافر أى معلومات لديهم ، عن العوامل التى تؤثر على قراراتهم · وكلما زاد عدد المشتركين فى هذه العمليات قلت القـدرة على معرفة اتجاهاتهم العامة ، وبالتالى فان المشتركين فيها سيحاولون الارتباط فيما بينهم · وهذه الارتباطات قد تكون دقيقة ، بمعنى أنها لا تحمل مفهوما مشتركا واحدا ، ولكنها ارتباط

لغرض مصلحة معينة ، وتنتهى بانتهاء الغرض منها • مثال ذلك جمعيات المستهلكين ـ نقـابات العمال ـ اتحـادات أصـحاب الأعمال ـ وغيرها • وقد ترتبط المصلحة لفترة طويلة فيستمر هذا الارتباط •

وأحيانا نجد أن بعض المشتركين فى هذه الارتباطات يخفى بالطبع عن شركائه السبب الحقيقى لارتباطه بهم ، ومتى يرغب أن ينهى هذه الارتبـاطات ـ هذه الصورة هى الصورة السائدة فى الاقتصاد أو السياسة أو الدبلوماسية أو الحرب • وعندما يسود مثل هذا النظام فان «فينر» يرى أن الدمار هو نهاية أحسن وأسـوأ مشترك على السواء • وفى رأيه أنه حتى اذا اتفق جميع الأطراف على انهاء اللعبة، والعيش فى سـلام ، فان المكسب سيكون من نصيب من يخدع رفاقه ، ويخرج من دائرة اللعب فى الوقت المناسب وبالتالى لا ينطبق عليه القرار الذى اتخذه الآخرون •

ويقول فينر :

« اننـا ندور فى الدوامات الاقتصادية بين الانتعاش والأزمات ، وبين تتـابع الديكتاتوريات والثورات ، وبين الحروب التى يخسرها كل الأطراف المحاربة ، والتىأصبحت صورة العصر الذى نعيش فيه » •

والمجتمع فى نظر « فينر » يحتوى باستمرار على فئة من المخادعين ، وهنـاك أيضا البسـطاء من الناس الذين يقعون فى حبائلهم • ويستخدم المخادعون طرقا متعددة

لاقناع البسطاء باتخاذ قرارات فى صالحهم هم (المخادعين) وليست فى صالح متخذى القرارات (البسطاء) .

ولكن مالذى يدفع هؤلاء البسطاء الى اتخاذ القرارات، بمحض ارادتهم ، والتى لا تكون الا فى صالح المخادعين ؟ السبب الوحيد هو المعلومات ، أو استراتيجية الأكاذيب ، أو البيانات التى ليس لهـا نصيب من الصحة . وهذه الاستراتيجية تؤدى الى اقناع المستهلك بشراء أنواع معينة من البضائع ، قد لا يشتريها ، اذا لم تتوفر هذه المعلومات الكاذبة . وتعمل على انتخاب أشخاص معينين فى الانتخابات العامة ، قد لا يمكن انتخابهم اذا توفرت للناخب المعلومات الصادقة عنهم .

ويذكر فينر

« ان خليطا معينا ، مقـدرا بدقة بالغة ، من الدين والعلوم الشائعة ، يجعل الجريدة اليومية المصـورة سهلة التوزيع . وخليـطا معينا من القرب والرشوة والضغط ، سيجعل الباحث الشـاب يعمـل فى تطوير الصواريخ أو القنبلة الـذرية » . ويعتقـد فينر أن الاستفتاءات التى تجريها الاذاعة أو مراكز الدراسات الاحصائية وغيرها ، هى التى تساعد على تحديد مقدار هذا الخليط . كذلك يرى أن أهم العوامل التى تلعب دورا هاما فى هذه المجتمعات هو الاستحواذ على وسائل الاعلام ، **بوصفها أهم وسائل نقل المعلومات . وارتباط أفراد أى مجتمع كبير يعتمد أساسا**

على طرق الاتصـــال بينهم ، مثـل الاذاعة ، والصحف ، والسينما ، والتلفزيون ، والبريد ، والمدارس، ودور العبادة وغيرها . ولكل من هــذه الوسائل وظائف أخرى بجانب الوظيفة الاجتماعية الأساسية وهى الربط بين أفراد المجتمع. فالاذاعة والصـــحف تربح من الاعلانات . وصاحب دار النشر يريد أن يعيش ويكسب وهكذا . وفى المجتمع الذى يعتمد أساسا على البيع والشراء ، وهى صـــورة المجتمعات السائدة فى العصر الحديث ، نجـــد أن الوظائف الثانوية لوسائل الاعلام ، أصبحت ذات أهمية من الدرجة الاولى ، وحلت محل وظائفها الاساسية . فوســـائل الأعـلام التى تعتمـد على الاعـلانات مرتبطة بسياسة الاعلانات . ومدير الجـــامعة أو المدرسة ، أو حتى العـاملون بدور العبادة ، مرتبطون بمن يدفع . وقديما قالوا « من يدفع يتحكم فى اللحن الذى يعزفه العـازف » . ونتيجة لذلك فان وسائل الاعلام فى أى مجتمع تتركز فى أيدى أصحاب الاموال . اما كأفراد أو كجماعات ، وبالتالى فهى تعبر عن آرائهم فقط .

هكذا يرى « فينر » صورة المجتمعات الحديثة ، ولكنه يعتقد أن هنـاك ولا شك باستمرار مجموعات متفهمة تماما لهذه اللعبة ، ويرون أنه يجب ايجـــاد طريق لتغيير هذه النظم ، الا أنه يشبه هذه الفئة بالفئران التى تخشى القط وتريد تعليق جرس فى رقبته ، ولكنها لا تعرف كيف، ومن يقـــوم بهذه المهمة ، رغم اتفاقها تماما على ضرورة تعليق الجرس :

وهذه هى احدى الصور الاجتماعية التى تقـوم فيها السيبرنية بشرح أساسيات السلوك الاجتماعى للأفراد • ومما لا شــك فيه أن دراسة أساسيات مثل هذا السلوك تؤدى الى معرفة الأسلوب الذى يتم به اتخـاذ القرارات ، والطريقة التى يحدث بها ذلك ، وكيف يمكن التأثير عليها• وهذا كما نرى قد يفيد بالنسبة للفئة التى ســماها فينر المخادعين ، وهى الفئة التى تحاول اعطـاء معلومات معينة بغرض التـأثير بصـورة معينة على توجيه عملية اتخــاذ القرارات • ولكن مثل هذه الدراسة تعطى فى نفس الوقت لمتخذى القرارات (البسطاء) الفرصة لأن يتخلصوا ، ولو قليلا ، من بساطتهم ، ويحاولوا باستمرار البحث عن حقيقة ما يصل اليهم من معلومات ومدى دقتها •

ورغم هذا فانه يجب عدم التفـاؤل الشديد بالنسبة الى ما يمكن أن تحققه الأساليب العلمية المجردة المستخدمة بنجاح فى العلوم الطبيعية ، اذا ما استخدمت فى العلوم الانسانية • والسبب فى غاية البساطة ، فالاسلوب العلمى المجرد ، كما هو مستخدم فى العلوم الطبيعية ، يعتمد على دراسة الظاهرة تحت البحث وهى مفصولة فصلا كاملا عن الباحث الذى يدرسها ومنع حدوث أى تفاعل بينهما ، مهما كان نوعه • وهذا الفصل وان كان سهلا فى دراسات العلوم الطبيعية الا أنه صعب جدا فى الدراسات الانسانية •

ان تصرفات الانســان وعلاقته بالمجتمع الذى يعيش فيه ، وردود أفعاله ، والقرارات التى يتخذها ، بل النشاط

الانساني ككل ستظل أبدا كمـا كانت من الصعب التحكم فيها كلية واخضاعها الى معادلات رياضية ، بنفس الصورة التى حدثت فى العلوم الطبيعية • ولـكن هذه الدراسات ولا شك تفيد فى كثير من النواحى ، وتعمل ولا شك اذا أحسن استخدامها على تحقيق مسـتقبل أفضـل للانسان وزيادة رفاهيته •

الفصل الرابع

السيبرنية والعلوم الهندسية

ان أى تطــور علمى تطبيقى فى أى عصر من العصور يخضع أساسا ، وفى المقام الأول ، الى المفاهيم السائدة فى ذلك العصر عن الكون ككل . وهذه المفاهيم ليست الا عبارة عن محصلة للمعارف المتاحة فى العلوم المختلفة ، بما فيها العلوم الانسانية . وهذه المفاهيم هى التى تتحكم بالتالى فى تكنولوجية العصر .

ومما لا شك فيه أن تفكير وانتــاج أهل كل عصر من العصور مرتبطان تماما . وكذلك تعكس التكنولوجيا صورة تفكير أهل كل عصر . لذا نجد أن مهندسى العصور القديمة كانوا مساحى الأراضى ، وعلماء الفلك ، ومهندسى البحرية . وفى أواخر القرن السابع عشر وأوائل القرن الثامن عشر ، كان مهندسو العصر هم مصممو الساعات والعدسات . وفى العصر الحــالى نجد أن مهندسى الصناعات الالكترونية هم مهندسو العصر .

كذلك يصنع الصناع المهرة آلاتهم على غرار الصور الطبيعية الموجودة فى أذهانهم لأى نظام طبيعى ، والسائدة

في العصر الذى يعيشون فيه · وتعتبر الساعة صورة لنظام الأجرام الســـماوية ، التى تدور فى مسار معين ، وتكمل دورتها خلال فترة زمنية محـددة · وفى مرحـــلة تالية تم اختراع الآلة البخارية لاكتشاف مجاهل البحار · هذه الآلة تعتبر فى نظامها مثيلا لجسم الانسان من حيث كونه جسما مولدا للطاقة · ومنذ ذلك التـــاريخ حتى الآن بقيت الآلات المحركة محور اهتمام مهندسى العصور المختلفة ، وان كانت صور توليد الطاقة قد اختلفت من عصر الى عصر · والعصر الحــديث يعتبر عصر نقل المعلومات والتحكم ، لذا فان تكنولوجيته تختلف عن تكنولوجية العصـــور الأخرى · ونتيجة للتطور الكبير فى تفهم العمليات البيولوجية ، التى تعمل حسب الأسس السيبرنية ، وأكتشاف القوانين التى تحكم هذه النظم ، اخترعت الآلات الحديثة ، التى لا ترتبط بالعالم الخارجي عن طريق الطاقة ، وانما عن طريق استقبال وارسال المعلومات · والأجزاء التى تستقبل المعلومات فى الآلات تكون مماثلة لأعضاء الحس فى الانســان ، وهى قد تكون مستقبلات الضـــوء ، أو نظم قياس الحموضة ، أو الترمومترات ، أو نظم قياس الضغط ، أما أجهزة الارسال فهى موتورات كهربائية ، أو مغنــــاطيسية كهربائية أو ميكروفونات أو غيرها · ويقع بين أجهزة الاستقبال وأجهزة الارسال العديد من الوحدات الوسطية ، التى يكون عملها الأساسى هو تحـويل الاشارات المستقبلة الى صورة يمكن لأجهزة الارسال أن تعطى عليها اجابة · كذلك يجب مراعاة

أن تكون هذه الآلات قادرة على تخزين المعـــلومات المرسلة اليها ، لاستخدامها فى أوقات متغيرة ، وهــذا هو ما يقابل الذاكرة عند الانسان • كذلك فان الآلة يجب أن تكون في حالة تسمح لها باحداث تغييرات فى نظم عملها ، بناء على المعلومات التى سبق استقبالها فى الماضى ، وهذه العملية لا تختلف كثيرا عن التعليم عند الانسان •

والآلات الحـــاسبة الالكترونية هى أولى الآلات التى صممت للعمل تبعا للنظريات السيبرنية • والمثـــال الحى التى اتخذه مصممو هذه الآلات هو الجهـــاز العصبى فى الانسان • واذا نظرنا الى الآلات الحاسبة نجد أنهـا تقوم بأعمال حسابية مركبة ، ومثلها مثل أى نظام مركب آخر تكون قدرتها على انهاء العمل المنوط بهـا فى فترة معينة ، محدودة بسرعة أبطأ جزء فى سلسلة هذا النظام المركب • ونظرا لان الانسان جزء من العمليات السابقة التى تقوم بها الآلة ، لذلك فان قدرة الآلة وسرعتها تتأثران بسرعة وقدرة الانسان ، الذى يدخل فى هذه السلسلة • ولماكان الانسان بطبيعته أبطأ من الآلة أيا كانت فقد حرص مصممو الآلات الحاسبة على استبعاد الانسان من العمليـــات الوسطية ، وتحديد مناطق تدخله فى بداية ونهاية العملية الحسابية فقط ، حتى لا يكون عاملا محددا لسرعة الآلة •

وعندما يوجد أكثر من احتمال لأى عملية حسابية ، يجب تزويد الآلة بأجـزاء خاصة يكون الغرض منهـــا هو تحديد الاحتمال الواحد الممكن للعملية ، والغاء الاحتمالات

الأخرى . وهذه الأجزاء عبارة عن (ريليهات) تختلف فى الآلات المختلفة ، فهى اما أن تكون ميـــكانيكية بحتة ، أو كهربائية أو الكترونية . وفى جميع الحالات تقــوم هذه الأجزاء باغـــلاق جميع التوصيلات الممكنة الباقية ، عندما تتحدد احداها على أنها التوصيلة المطلوبة فعلا .

واذا قارنا هذه العملية بما يحـدث فى النظم الحية نجد أنه فى جسم الانسان تقوم نيورونات الجهاز العصبى بنفس عمل الريليهات ، وهى تتميز بأنها اما أن تكونعاطلة أى ساكنة أو عاملة بكل كفاءتها ، أى أن مقدار العمل الذى تقـوم به لا يتحـــدد بحجم المؤثر ، ولكنها تحت الظروف الطبيعية تقـوم بنفس حجم العمـــل ، وبنفس الكفاءة مهما اختلف المؤثر ودرجة تأثـيره . ويتميز الجهــــاز العصبى بالقدرة على التذكر ، أى تذكر نتـائج العمليات السابقة ، والاستفادة بها فى العمليات التـــالية . كذلك الآلة يمكن أحيانا أن تتذكر نتائج العمليات السابقة ، وتستفيد بها فى العمليات التالية ، الا أنه يمكن فى الآلة الغاء كل ماكتسبته من معلومات من العمليات السابقة ـ أى يمـــكن لهـا أن « تنسى » كل المعلومات السابق تحصيلها . وهذا فرق هام بين الآلة والجهـــاز العصبى الذى لا يســتطيع فى حالته الطبيعية أن ينسى كل ما تعلمه دفعة واحدة . وخلال مراحل أى عملية حسابية واحدة أى قبل محو ما بها من معلومات يمكن للآلة أن تتذكر المعلومات السابق الحصول عليها من العمليات السابقة والاستفادة بهـــا فى العمليات التالية .

وهذا تماما ما يشابه عملية التعليم في الانسان ، أي الاستفادة من المعلومات السابق الحصول عليها في اتخاذ قرارات مستقبلة • واذا اعتبرنا عمر العملية الحسابية الواحدة معادلا لعمر الانسان ، فانه يمكن بالتالى حسب رأى فينر أن نعتبر أن الآلة تتعلم وتستفيد من الخبرات السابق الحصول عليها •

ولكن كيف تقوم الآلات الحاسبة الألكترونية بعملها ؟ ولماذا سميت الكترونية ؟ سنجيب على السؤال الثانى أولا، وهو لماذا سميت هذه الآلات بالآلات الالكترونية • فى أول الأمر كانت هذه الآلات تسمى الآلات الحاسبة الأوتوماتيكية، وهى تسمية تعنى قيام الآلات بأداء العمليات الحسابية آليا، أى بدون تدخل الانسان • وبتقدم العلوم الالكترونية ، وشيوع استخدام الالكترونيات فى النواحى التكنيكية المختلفة ، وجدت لها احتمالات عديدة للاستخدام فى تصنيع هذه الآلات الحاسبة • ووجد أن النظم الالكترونية المشعة يمكن أن تستخدم لحفظ المعلومات فى الآلات الحسابية • ونظرا لتفوق هذه النظم على النظم التى كانت سائدة قبل ذلك ، فان التطور سار بخطوات سريعة نحو استخدام النظم الالكترونية المشعة • وبذلك سميت هذه الآلات بالآلات الحاسبة الالكترونية • • وسنحاول بشىء من الايجاز والتوضيح شرح طريقة عمل هذه الآلات الحاسبة دون الدخول في أية تفاصيل رياضية •

حتى يمكن أن نتتبع عمل الآلات الحاسبة الالكترونية،

يجب أن نسترجع أساسيات أى نظام من النظم السيبرنية. تلك الأساسيات التى سبق أن ذكرناها فى أول الكتاب، ونحاول أن نطبق هذه الأساسيات على عملية الحساب، ونرى كيف أمكن اجراء الحسابات آليا.

ان أى جهاز من الأجهزة التى تعمل تبعا للأسس السيبرنية يجب أن يكون له :

١ ـ هدف .

٢ ـ تنظيم أو تخطيط أو برنامج لتنفيذ هذا الهدف.

٣ ـ طريقة لارسال المعلومات اللازمة من أجهزة التخطيط الى أجهزة التنفيذ (شفرة) .

٤ ـ جهاز للتنفيذ .

٥ ـ وسيلة لحفظ المعلومات (ذاكرة) ، يمكن بناء عليها أن يقوم جهاز التنظيم بالتجاوب مع العالم الخارجى فى سبيل تحقيق الهدف النهائى .

والآلات الحاسبة الآلية تحتوى على كل هذه الأجزاء :

١ ـ الهدف هو حل مسألة معينة .

٢ ـ البرنامج يتم وضعه بطريقة معينة بواسطة الانسان .

٣ ـ لكل جهاز طريقة معينة يتم بواسطتها ترجمة البرنامج الى شفرة خاصة يفهمها الجهاز .

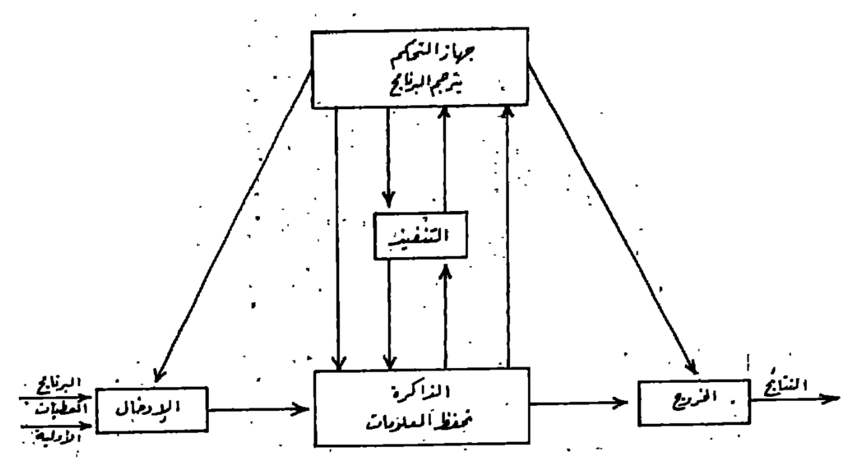
٤ ـ جهاز التنفيذ موجود داخل الآلة (الآليات التى تقوم بعملية الحساب) .

٥ ـ الذاكرة هى المعلومات التى يتم فى أول الأمر تغذية الآلة بها ، أو الناتجة عن العمليات الوسطية ٠

وكمـــا نرى فان أول عملية يجب أن تتم هى تعليم الجهاز كيف يقوم بالعمليـــات الحسابية المختلفة ، أى ملء ذاكرته ٠ ولذلك سنبدأ شرحنا بهذا الجزء ٠

أجهزة الذاكرة (حفظ المعلومات) :

تقوم هذه الأجهزة بالاحتفاظ بالبرامج الثابتة لعمليات معينة تحدد مســبقا لفترات طويلة وبهــا أجزاء أخرى للاحتفاظ بالنتائج الوسطية للعمليات الحسابية المختلفة ، التى تجرى لتحقيق هـــدف معين ٠ وبالطبع فان الآلة لا تستطيع أن تحتفظ بهذه المعلومات على صورة مكتوبة ، بل ان التعامل مع الآلة يتم بالأرقام فقط ٠ ويتم تحويل المعلومات الى أرقام تبعا لنظم خاصـــة ٠ كذلك نجد أن استخدام الكتابة العادية لتدوين هذه الأرقام غير ممكن ٠ ولذلك استخدمت طرق أخرى كهربائية ومغناطيســية والكترونية ٠ ومن هنــا نشــأت تسـمية الآلات الحاسبة بالآلات الحاسبة الالكترونية : والأرقام تتحول الى اشعاعات تعطى ذبذبات معينة خاصة بكل رقم ، ويحتفظ بها فى الآلة بواسطة اســتخدام أنابيب الكترونية شــعاعية ٠ واستخدمت حديثا نظم أخرى أهمها هى ما يسمى بنظام النويات المغناطيســية ، والأشرطة المغناطيسية المشــابهة لأشرطة آلات الأصوات ، ويتم عن طريقها حفظ المعلومات



رسم توضيحي يبين كيفية ربط أجزاء أجهزة حفظ المعلومات ببعضها

بواسطة تحويلها الى ذبذبات تسجل بواســطة الطريقة العادية للتسجيل ، الا أن عيب هذه الطريقة ، هو طول فترة الانتظار لمعرفة معلومات معينة ، حيث يجب باستمرار أن يلف الشريط حتى يصل الى المطلوب . وأمكن التغلب على هذه المشكلة باستخدام اسطوانات مغناطيسية تدور حول نفسها ، ويتم التسجيل عليها بواسطة أكثر من ابرة (رأس) مغناطيسية .

أجهزة التنفيذ (الحساب) :

هذه الأجهزة عبارة عن توصيلات كهربائية مختلفة الدرجة من التعقيد ، حسب الغرض الذى بنى الجهاز من أجله . وتعتمد على نظم رياضية وكهربائية خاصة لاجراء عمليات الحساب .

أجهزة التحكم :

وهى كما نرى فى الشــكل مرتبطــة تماما بأجهزة الحساب والذاكرة وهى التى تتولى الربط بينهما .

أجهزة الادخال والاخراج :

ســـبق أن قلنا أن الآلة الحاسبة لا تتعامل الا مع الأرقام ، وبالتالى يجب ادخال جميع المعلومات اليها بصورة عددية ـ ولما كانت هذه الأرقام يجب أن تدخل الى الآلة بصورة معينة ، غير صورة الكتابة العــادية ، كان من الضرورى أن توجد صور أخرى لكتابة الأعداد ، خاصة بالآلات الحاسبة الالكترونية . وهذه الصور تختلف أيضا

فيما بينها حسب تصميم جهاز حفظ المعلومات (الذاكرة) ، وهي تكون اما على صور بطاقات مثقوبة بطريقة خاصة ، أو شريط ، وأحيانا تستخدم أشرطة مثل أشرطة الأفلام السينمائية ، وبواسطة آلات خاصة للثقب ، يتم تحويل المعلومات المفردة المبرحة على صور أرقام الى ثقوب فى أماكن خاصة ، كل منها يدل على رقم معين . وتحفظ هذه البيانات فى الآلة .

وتتم قراءة هذه البطاقات أو الأشرطة المثقوبة بطريقة آلية ، بواسطة استخدام فرش خاصة تتحسس مكان الثقب وتعطى اشارة خاصة بكل مكان ، أو عن طريق استخدام أشعة ضوئية تنفذ خلال الثقوب وتعطى اشارات عن مكان هذه الثقوب ، وبالتالى مدلولها الرقمى . أما فى الأجهزة التى تعمل بواسطة استخدام الطرق المغناطيسية ، فان ادخال المعلومات يتم بواسطة استخدام الأشرطة أو الاسطوانات المغنطة . وتخرج النتائج بعد اتمام العمليات الحسابية على شكل بطاقات أو شرائط مثقوبة أو أشرطة أو اسطوانات مغناطيسية حسب نوع الجهاز . وفى حالة خروج النتائج على صورة ثقوب فانه يلزم ترجمة هذه الثقوب الى أرقام مكتوبة اما آليا أو يدويا ، بناء على البرنامج الموضوع .

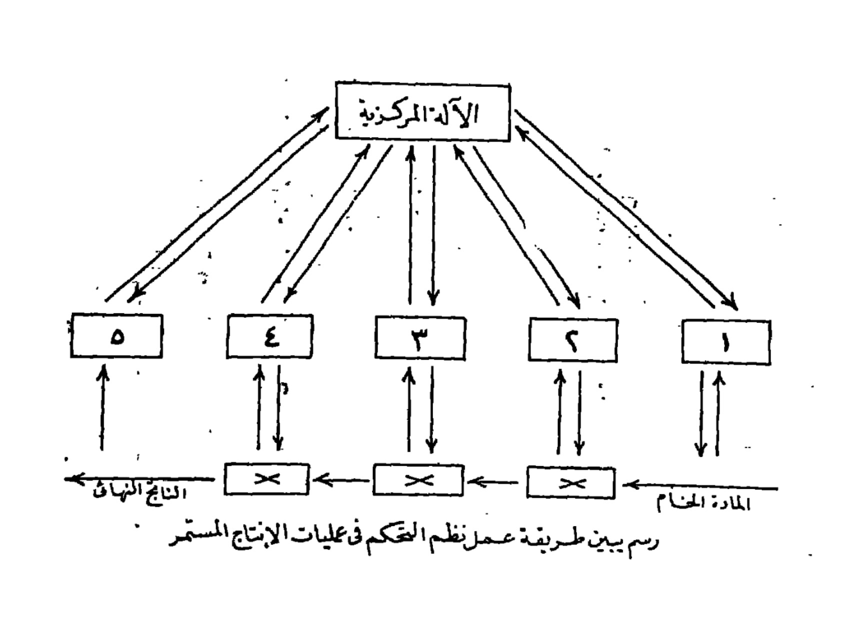
ونظرا للتطور الكبير الذى يشهده هذا الفرع من العلوم السيبرنية ، فان نظم تشغيل هذه الآلات والوسائل المستخدمة لحفظ المعلومات ، وطرق عمل أجهزة الادخال ،

والاخراج ، والتوصيلات المختلفة التى تتم عن طريقها العمليات الحسابية تتغير باستمرار من مكان لآخر فى العالم ، ومن جهاز لآخر ، وما سبق ليس الا تبسيطا شديدا لعملية الحساب الآلى ، ولكن هناك عملية أساسية وحيوية يقوم بها الانسان ، ولا يمكن حتى الآن للآلة ان تقوم بها بدلا عنه ، وهى الأساس فى نجاح أى عملية من العمليات التى تقوم بها الآلات ، سواء أكانت عملية حسابية بسيطة أم معقدة ، أو اذا استخدمت الآلة كآلة للتحكم أو التوجيه أو غيرها من الاستخدامات العديدة لهذه الآلات • هذه العملية هى اعطاء البرنامج للآلة أو البرمجة ، أو بمعنى آخر وضع الهدف ، وكتابة تفاصيله ، وطريقة تحقيقه بلغة نفهمها الآلة • أو بمعنى آخر أداء عمل الربان ، وأول عمل يقوم به المرشد ، وهو تنظيم خط السير المثالى • ولا يدخل هنا عملية تعديل خط السير ، اذ أن الآلة تقوم فى هذه الحالة بالتحكم فى هذا الجزء من العمل ، وكذلك الأجزاء التالية ، حتى تتمكن فى النهاية من تحقيق الهدف • وعملية البرمجة هذه تختلف بالنسبة للأجهزة المختلفة ، والغرض من العملية التى يؤديها الجهاز • وتصميم البرنامج المناسب لحل المشكلة المطلوب حلها ، هو الأساس فى أى عمل تقوم به الآلة فيما بعد • والقائمون بعملية البرمجة للآلات الحاسبة الالكترولية يكونون عادة على مستوى عال من التعليم ، وملمين الماما كاملا بالرياضيات العليا • ويقوم بمعاونتهم معاونون متمرنون يتمتعون بقسط كاف من التفهم للرياضيات ، وأساسيات نظم عمل هذه الآلات • وعادة تقوم

السيدات والآنسات بأعمال البرمجة المعاونه ، لما تتطلبه هذه الأعمال من قدرة كبيرة على التركيز والصبر .

وحتى يمكن أن يتصـــور القارىء مدى أهمية عملية البرمجة ، أذكر هذه الواقعة التى حدثت لأحد الزملاء وقصها على :

« فى زيارة لأحدى الشركات العالمية فى ألمانيا فى عام ١٩٦٥ ، وكانت الشركة تقوم بتجربة اســـتخدام الآلات فى نظم التحكم الآلى فى مصانعها ، أراد مرشدنا فى هذه الزيارة أن يوضح لنا كيف تتم عملية التحكم الآلى فى الانتاج (وسنشرح ذلك فيما بعد) فبدأ الجولة معنا باتاحة الفرصة لمشاهدة صالة اعداد البرامج . وهى لا تختلف كثيرا عن صالات المصنع الأخرى ، التى يتم فيها اجراء أى عمل ادارى ، أو ذهنى (متوسطة المساحة ـ نظيفة) ـ مكيفة الهواء ـ حوائطها مصممة بحيث لا ينفذ الصوت اليها من الخارج ، أو يخرج منها) والفرق الوحيد بينها وبين أى صالة أخرى هو الآلات الموجودة بهـــا . ولكن مرشدنا فى هذه الزيارة لم يكن يريد أن يطلعنا على الآلات، بل انه قال بكل بساطة : لكى تعلموا ياحضرات السيدات والسادة مدى أهمية أعمال البرمجة للآلات المختلفة ، أحب أن أذكر لكم أن العاملين فى هذا المكان لا تنطبق عليهم النظم الادارية المختلفة ، التى تطبق فى باقى ادارات الشركة ومصانعها ... حقيقة أنهم مطالبون بالحضور فى المواعيد المحددة للحضور وينصرفون عادة مع الآخرين ، ولكنهم



رسم يبين طريقة عمل نظم التحكم فى عمليات الإنتاج المستمر

غير مطالبين بالعمل حينما لا يكونون ذهنيا مستعدين لذلك . وشركتنا تعمل على توفير كل وسائل الراحة لهم خلال فترة عملهم دون مضايقات أيا كان نوعها ... هذا بجانب المميزات المادية الأخرى التى تتناسب مع أهمية مايقومون به من عمل ، لأكبر دليل على ما تعلقه شركتنا على التطور الكبير الذى يمكن أن يحدثه استخدام هذه الآلات فى مصانعنا . »

ولما كان العقل البشرى دائم الابداع ، وينتقل من فكرة الى أخرى ، ويحاول باستمرار التفوق على نفسه ، لذلك فان استخدام الآلات الحاسبة الألكترونية ، لم يقتصر على اجراء العمليات الحسابية ، بل أدخلت هذه الآلات ضمن نظم مختلفة ، متعددة الأغراض ، لاستخدامها فى نواحى الحياة المتعددة . وسنذكر فيما يلى بعض هذه الاستخدامات .

نظم التحكم الذاتى فى الحركة :

كلنا سمعنا ولا شك عن القطارات التى تسير بدون سائق ، والطائرات التى تطير بدون قائد . ولماذا نبعد كثيرا . ان أحد نظم التحكم الذاتى الشائعة ، والتى حققت نجاحا كبيرا ، تلك المستخدمة فى توجيه سفن الفضاء . كل هذه النظم تعتمد أساسا على استخدام الآلات الحاسبة الالكترونية بصورة تسمح للنظام ككل أن يوجه نفسه ذاتيا ، واذا حاولنا أن ندرس النظام العادى لقيادة الطائرة

مثلا ، نجـــد ان القائد لديه معلومات متعددة عن الطائرة نفسها ـ سرعتها ـ وزنها ـ وغيرها من المعلومات الثابتة التى تتحكم فى حركة الطائرة ، ولديه أيضا أجهزة لتعطيه معلومات عن العوامل المتغيرة ، التى تتحكم فى الحركة مثل سرعة الرياح واتجاهاتها ، وحالة الجو وغيرها . ويقوم القائد من حين لآخر بدراسة موقفه ، ومدى ما قطعه من خط السير خلال فترة معينة ، ويطابق بين ما هو عليه، وما كان يجب أن يكون عليه فى هذه اللحظة بالذات ، ويعدل من طريقة عمل الطائرة ، بحيث تتلاءم مع الهدف الواجب تحقيقه ، وهو الوصول فى ميعاد معين الى مكان ما . والظروف المتغـــيرة التى قـد تضـــطره الى الاسراع أو الابطاء فى السرعة أو تغيير الاتجاه ، كل هذه العوامل يمكن دراستها بدقة بالغة ، بالنسبة لكل خط سير ، تبعا لكل العوامل التى قد تؤثر على حركة الطائرة .

وكما هو معروف فان العقل الانسانى على دقته وابداع تكوينه لا يســـــتطيع أن يحلل كل هذه العلاقات بالسرعة المطلوبة ، وقد يؤدى هذا الى عدم تحقيق الهدف بالدقة الكافية ، ولذلك فقد استخدمت الآلات الحاســـبة التى تتولى ، بناء على برنامج خاص ، التحكم فى حركة النظـــم المتحركة ، مثل القطار أو الطائرة أو مركبة الفضاء لاجراء مثل هذه العمليات . هذه الآلات تستطيع بسرعة فائقة ، بناء على المعلومات التى تغذى بها باســتمرار عن حالة العوامل المتغيرة بالاضافة الى المعلومات المخزنة بها عن

العوامل الثابتة التي تتحكم في الحركة ، تستـــطيع أن تحسب السرعات اللازمة لتحقيق الهدف ، في كل وقت يحدد . وفي نفس الوقت يمكنها أيضا ، حساب البرنامج الموضوع ، وتعديل خط السير اذا كان هناك احتمالات لتغييره ، وأذا استلزم الأمر ذلك . وبواسطة ربط هذه الآلات الحاسبة باجهزة التشغيل آليا ، يمكن التحكم فى التشغيل تبعا للنتائج التى تتوصل اليها الآلات الحاسبة .

نظم التحكم فى عمليات الانتاج المستمر :

توجد في مختلف المصـــانع العديد من العمليات الصناعية التى تتم آليا وبدون تدخل الانسان فى عملية الانتاج نفسها ، أو فى عملية مطابقة الانتاج للمواصفات المطلوبة . وهذه النظم تطبق أكثر ما يمكن فى عمليات الانتاج المستمر ، وبالذات انتاج المواد الكيماوية . والشكل يبين دائرة التحكم الآلى فى مثل هذه النظم . فاذا كانت المادة الخام تمر بالمراحل م١ ، م٢ ، م٣ ، نجد كما فى الشكل ، أن كلا من هذه المراحل يتم ضبطها عن طريق آلة الكترونية خاصة بهذه المرحلة ، كما يرتبط كل من المادة الخام والناتج النهائى بتوصيلات خاصة بآلة لكل منهما . كل هذه الآلات تتجمع تصب فى الآلة المركزية .

وتعمل الآلات المرتبطة بالمراحل العملية المختلفة على التحكم فى كل مرحلة من هذه المراحل ، بناء على تعليمات تصدر من الآلة المركزية . وفى نفس الوقت تقوم هذه

الآلات بالاضافة الى الآلات المرتبطة بكل من المادة الخام والمنتج ، باعطاء كافة البيانات عن نظـــام سير كل مرحلة كميا ونوعيا الى الآلة المركزية ، والتى بناء عليها ، وعلى مابها من معلومات مخزنة ، تبعا للبرنامج العام ، أن تعطى أوامر وتعليمات بتعديل فى خط السير فى أى مرحلة من مراحله اذا استدعى الأمر لاعطاء المنتج المطلوب حسب المواصفات ، وبالكميات المطلوبة ٠

وفى مصانع تحضير الكيماويات ترتبط كل الآلات الفرعية بأجهزة التحاليل المختلفة ، التى تقوم آليا باجراء التحليلات اللازمـة والمحددة مسـبقا ، على كل ناتــج من نواتج مراحل التصنيع المختلفة ٠ وتقوم كل آلة من هذه الآلات الفرعية بمطابقة النتائج على البرنامج الذى تعمل طبقا له من الأصل ، أو بعد اجراء أى تعديلات عليه ، حسب ما يصل اليها من الآلة المركزية ٠ ومما لا شك فيه ان استخدام هذه النظم للتحكم الذاتى فى خطوط الانتــاج يســـتلزم اجراء تعديلات وتغييرات عديدة فى الأجهزة التى تستخدم للتحليل وتقييم المنتجات ، سواء بالنسبة للناتج النهائى أو خلال مراحل الانتاج المختلفة ٠ وقد أدى هذا الى تطوير كبير فى تصميم وطرق عمل هذه الأجهزة ، بل أحيانا فى طرق التحليل نفسها بحيث يصبح من الســـهل أداؤها آليا ، وبطريقة يمكن معها أن ترتبط بنظم التحكم المختلفة ٠ وبهذه الطريقة يمكن أيضا التحكم فى أعمال محطات توليد الكهرباء ، وبالذات بالنســـبة

لعمليات توزيع الكهرباء ، وفتح واغلاق محطات التحويل الأساسية والفرعية تبعا لمعدلات الاستهلاك فى كل منها ·

نظم التحكم الحربية :

من العــوامل التى ســاعدت على التطور السريع للسيبرنية ، وخاصة فى المراحل الأولى من هذا التطور ، والتى تصادف أن كانت خلال فترة الحرب العالمية الثانية ، امكان استخدام النظريات السيبرنية فى تطوير نظام اطلاق القذائف المضادة للطائرات · وكان من نتيجة تقدم هذا العلم أن أمكن تحقيق هذا الهدف ، وهو التحكم فى اطلاق القذائف مختلفة الانواع تبعا للأسس السيبرنية ، واطلاق القذائف الصاروخية المختلفة · واستخدام الصواريخ من الأرض للجو يتم على النحو التالى :

تقوم أجهزة الاستقبال (الرادار عادة) برصـــد تحركات الطيران وتظهرها على شاشة تليفزيونية يمكن بواسطتها تتبع حركة الطائرة · وبواسطة عمليات حسابية معقدة نتيجة ربط جهاز الرادار بآلات حاسبة خاصة يمكن تحديد اتجاه الطائرة الموجودة ، وسرعتها ، وغير ذلك من البيانات المطلوبة · وبواسطة ربط المعلومات المتاحة عن مكان القذائف الصاروخية ، ونظم اطلاقها ونوعية الاجهزة التى تتحكم فى الاطلاق ، ودرجة كفاءتها بالمعلومات المتحصل عليها عن الطائرة الموجودة فى الجو ، يمــكن للآلة ذاتيا أن تحدد مكان التقاء القذيفة الصاروخية بالطــائرة ، اذا

أطلقت في وقت ما ، وبالتالى تحديد المسار اللازم أن يسلكه الصاروخ للالتقاء بالهدف فى النقطة السابق تحديدها • ويقال ان هناك بعض القذائف الصاروخية التي يمكن التحكم فى مسارها وتعديله بعد اطلاقها لزيادة كفاءتها فى اصابه الهدف •

ولما كانت هذه العملية مثل أى نظام آخر من النظم السيبرنية تعتمد على مدى دقة الاشارة التى تصل الى نظم التنفيذ ، نجد ان الحركات التى ترصدها أجهزة الرادار ومدى دقة هذه الأجهزة ، هى العامل الرئيسى والمحدد فى معظم الأحيان لمدى نجاح اصابة الهدف • واذا عدنا الى نظرية نقل المعلومات السابق ذكرها ، والى ما ذكر أيضا عن حجم الاشارة ، الذى يتحدد بواسطة حجم المعلومة وحجم التشويش ، نجد أن حدوث أى تشويش لأجهزة الرادار يؤدى الى تغيير فى حجم الاشارة ، وبالتالى منع النظام ككل عن العمل بالكفاءة المطلوبة • وقد يصل التشويش الى الحد الذى يجعل حجم الاشارة صفرا أى يلغيها كلية ، بمعنى أن تصبح أجهزة الرادار غير قادرة على استقبال الاشارات • وقد شرح فينر فى كتابه عن السيبرنية فى عام ١٩٤٨ هذه الحقيقة والقوانين الرياضية المختلفة التى تتحكم فيها • وزوارق الطوربيد أيضا أصبحت توجه آليا • كذلك يمكن استخدام الآلات الحاسبة فى تخزين المعلومات التكتيكية الحربية ، مثل تجميع البيانات عن العدو وتقييمها ، وغيرها من الأعمال المتعلقة بالحرب والدفاع •

وتستخدم النظم السيبرنية الآلية فى العديد من المجالات الأخرى، مثل الترجمة الآلية، وتشخيص الأمراض، وفى القيام بعمل المدرس وفى الرد على الأسئلة والاستعلامات بالنسبة للمجالات المختلفة . وتوجد مثل هذه الآلات الآن فى محطات السكك الحديدية فى أوروبا وأمريكا للرد على أسئلة المسافرين ، وتحديد أنسب مواعيد السفر ، وبالذات بالنسبة الى الحالات التى يلزم فيها ركوب أكثر من قطار لعدم وجود خط مباشر بين محطة القيام ومحطة الوصول . وأصبحت هذه النظم تستخدم أيضا فى مجالات البحوث العلمية المختلفة لتطوير هذه المجالات، وسرعة الاستفادة من النتائج المتحصل عليها .

وهكذا نرى كيف يؤدى العلم الى اكتشاف أو اختراع ما، ثم تعمل تطبيقات هذا الاكتشاف أو الاختراع على زيادة فعالية العلم كأحد العوامل الأساسية لزيادة رفاهية الانسان . ولكن العلم وانتصاراته فى المجالات المختلفة ، ومن بينها السيبرنية ، سلاح ذو حدين ، يمكن اذا أحسن استخدامه أن يزيد من قدرة الانسان على الاستمتاع بحياته، وفى نفس الوقت يمكن أن يؤدى الى الدمار والتخريب ، وتهديد الانسان ، وربما نفس الانسان الذى ساهم فى احراز هذا الانتصار العلمى أو ذلك .

ومن هنا ظهرت الضرورة الملحة لتوجيه العلم لخدمة الانسانية ، ومنع استغلال الانسان لأخيه الانسان . ويمكن أن يتم هذا التوجيه عن طريق الهيئات الشعبية أو الحكومية

في دولة ما ، أو عن طريق الهيئات الدولية المختلفة .
ولكن كل هـــذه الوسائل ، معهما اختلفت درجة فعاليتها وقدرتها على التوجيه ، لا تستطيع أن تؤدى الى نتائج حاسمة في هذا المجال بدون المشتغلين بالعلم الذين تقع عليهم وعليهم دون سواهم مسئولية توجيه العلم لخدمة الانسانية عن طريق استخدام القوانين والظواهر الطبيعية المختلفة التى تتكشـف لهم خـــلال عملهم ، فى تطبيقـــات لخدمة الانسان ، وحل مشاكله فى جميع البقاع ، مهما اختلف لونه ودينه وجنسه ومكان ولادته .

على المشتغلين بالعلم يقع العبء الأكبر فى هذه المهمة العسيرة ، التى تجابه انســـان القرن العشرين ، ولذلك يجب اختيار هذه الفئة من الأشخاص ، التى تتخذ العلم مهنة لها ، ليس فقط تبعا لكفاءتهم العلمية ، بل بناء على ما يتمتعون به من قيم وأخلاقيات شخصية وانسانية . وفى هذا المجال تحضرنى حادثة أحب أن أذكرها هنا :

يقوم أحد أحفاد الكونت برنادوت السويدى الأصل ، والذى كان يعمل وسيطا دوليا لمشكلة فلسطين خـــلال ١٩٤٨ ، هذا الحفيد يقوم فى ألمانيا ، كل عام أو اثنين على الأكثر ، بدعوة تقليدية للعلماء الحائزين على جائزة نوبل فى مختلف الفروع لقضاء أسبوع كامل فى الجزيرة التى يمتلكها ويرفع عليها العلم السويدى فى بحيرة بودن سى Boodensee فى جنوب ألمانيا .

والغرض من هذه الدعوة هو جمع أكبر حشد من العلماء من مختلف الاتجاهات العلمية والأدبية فى مكان واحد ، واعطاء الشباب من المشتغلين بالعلم وطلبة الجامعات الفرصة للاحتكاك بهذه الصفوة شخصيا ، عن طريق سماع محاضراتهم ومناقشتهم في أرائهم العلمية والانسانية والاجتماعية ، وعن طريق كافة الأنشطة الأخري التى تتخلل البرنامج العلمى ، الذى يشترك فيه هؤلاء العلماء مع الشباب فى كافة نواحيه وتفاصيله .

وقد أتيح لى فى عام ١٩٦٤ أن أحضر هذا المهرجان الدولى اذا جاز لى أن أسميه هكذا . واستمعت الى العديد من الحاصلين على جائزة نوبل . استمعت اليهم وهم على منصة المحاضرات ، وبعد ذلك ونحن نتجول فى جزيرة الكونت برنادوت بين الزهور ، أو نحن فى الرحلات البحرية المتعددة ، التى كانت تنظم لاعطاء فرصة أكبر للمناقشات الشخصية . ومن بين كل ما سمعت وشاهدت لازالت صورة كل من العالمين ماكس بورن M. Born وأوتو هان O. Hahn فى ذاكرتى ، وكلاهما ألمانى ، وكانا يعيشان حتى ذلك التاريخ فى ألمانيا . وكلاهما كان قد بلغ مرحلة الشيخوخة تحدث « هان » للشباب كيف تمكن هو وزملاؤه من تفسير العديد من القوانين والظواهر الفيزيائية المرتبطة بالذرة ، وكيف أن الأمريكيين استطاعوا بالاستعانة بهذه المعلومات أن يصنعوا القنبلة الذرية ، وأن

يجربوها فى نجازاكى وهيروشيما وأن تحقق كل ما كان يتوقعه العلماء".

كان احساسى وأنا أستمع الى « أوتوهان » أنه مشتغل بالعلم بالدرجة الأولى ، رجل استطاع أن يبعد نفسه وأحاسيسه عن البشرية .. عن الانسان ، وأصبح يرى أن تفجير القنبلة الذرية ، وقتل الأبرياء من الضحايا ليس الا تجربة علمية تمت بنجاح . ولست أذكر أنه قد تأسف لهذا العمل خلال هذه المحاضرة ، وأنه حتى لو كان قد ذكر هذا فان الانطباع العام ، الذى كان يحسه المستمع ، وكان هذا هو احساسى الشخصى ، واحساس الكثيرين ممن تناقشت معهم بعد الاستماع اليه ـ الانطباع العام لهذا الحديث أن « هان » كان يقوم هذا الحدث من الناحية العلمية فحسب . وأعطت هذه المحاضرة فكرة عما يمكن أن يشعر به العالم المبتعد عن المجتمع والانسانية ازاء مثل هذه الأحداث .

وتحدث « ماكس بورن » ، الذى كان يعمل أيضا فى مجالات الفيزياء ، تحدث عن العلاقة بين العلم والفلسفة والمجتمع وتطبيق النتائج العلمية ، وضرورة ارتباطها برفاهية الانسان . وكان مما قاله فى ختام عرضه الشائق الذى جذب انتباه ومشاعر معظم المستمعين .

« ولكن نحن العلماء يجب ان نتذكر دائما أن كل الخبرات أساسها الاحساس . ان العالم النظرى الذى

يغرق في معـــادلاته ، وينسى الظاهرة التي يرغب في توضيحها ، ليس بعالم حقيقي أو فيزيائي او كيميائي ، واذا أبعدته كتبه عن جمال الطبيعة وتنوعها ، فانا أعتبره غبيا مسكينا ... ان القيم الانســـانية والجمالية لا يمكن أن تبنى على التفكير العلمي .. ومهما كان التفكير المجـــرد جذابا ومرضيا للباحث العلمي ، ومهما كانت قيمة نتائجه للمظاهر المادية لمدنيتنا ، فان هذا التفكير اخطر ما يمكن اذا استخدم في غير نطاقه ، في الدين والقيم الجمالية والفن والأدب والانسانيات » .

وأذكر ايضـــا قول « ماكس بورن » عنـدما علم أن تلاميــذه ، ومنهم أوبنهايمر ، كانوا الســبب في تصنيع القنبلة الذرية وتفجيرها في نجازاكي وهيروشيما :

« انني علمتهم العلم ... ولم اعلمهم الأخلاق » .

المراجع

١ ـ ايلينا سابارينا بين الانسان والآلة ـ السيبرناطيقا في داخلنا ـ ترجمة صبحي أبو السعد ـ سلسلة العلم للجميع (١) ـ دار الكاتب العربى ـ القاهرة ١٩٦٩ .

٢ ـ حسن كامل عواض ـ شفرة الحياة ـ المكتبة الثقافية ـ العدد ٢١٢ ـ دار الكاتب العربى ـ القاهرة ـ ديسمبر سنة ١٩٦٨ .

٣ ـ ل . كرايزمر ـ السيبرنيتيك ـ علم التحكم الاوتوماتيكى ـ دار مير للطباعة والنشر موسكو (ترجمة عربية) .

٤ ـ محمد مصطفى الفولى ـ كيف تصنع الحياة فى الخلايا ـ العلوم (بيروت) السنة الثانية عشرة ـ العدد العاشر ٣٢ ـ ٣٧ (١٩٦٧) .

٥ ـ محمد مصطفى الفولى ـ السبيرنطيقا لفينر ـ تراث الانسانية (القاهرة) ٨ ـ ١٣٧ ـ ١٥٧ ـ ١٩٧٠ .

٦ ـ محمود فهمى حجازى ـ علم اللغة بين التراث والمناهج الحـــديثة ـ المكتبة الثقافية العدد ٢٤٩ ـ الهيئة المصرية العامة للتأليف والنشر ـ اكتوبر سنة ١٩٧٠

٧ ـ يورى فرولوف ـ العمل والمخ ـ ترجمة دكتور شكرى عازر ودكتور مأمون بسيونى ـ سلســـلة العلم للجميع (٢) دار الكاتب العربى ـ القاهرة ـ ١٩٦٩ .

8. Bonner, D.M. : Heredity. Printice Hall of India Ltd. New Delhi 1963.

9. Born, M. : Natural Philosophy of cause and chance. Dover Publ. Inc., New York 1964.

10. Karlson, P. : Biochemie 3. Anfl. Georg Thieme Verleg Stuttgart, 1962.

11. Frank, H. : Kybernetik. 3. Aufl. Umschau Verlag, Frankfurt 1964.

12. Saparina, Y. : Cybernetics Kithin us. Peace Publ. Moscow.

13. Wiener, Iv. : Kybernetik. Rororo Wissen 294-295. 1968.

14. Rassegna, A review of Medical and General Topies, pub. Lepetit S.P.A. Milan. 1964-1969.

15. Scientific American. Scientific American Inc. New York. 1965-1970.

فهرس

المطبعة الثقافية

رقم الايداع بدار الكتب ١٩٧١/٥٤٧١

وزارة الثقافة

الهيئة المصرية العامة للتأليف والنشر

المركز الرئيسي ١١١٦ شارع كورنيش النيل - القاهرة - ج ع م
تليفون ٧٢٠٥٥ ٧١٠٥٩ [illegible]

الادارة العامه للتوزيع ١٧ شارع قصر النيل - القاهرة - ج ع م
تليفون ٤٥٥٨٩ ٤١٤٣٦

مكتبات القومية للتوزيع في ج . ع . م .

القاهرة

٣٦ شارع شريف	ت ٤٠٠١٢	١٩ شارع ٢٦ يوليو	ت ٥٥٠٣٢
٥ ميدان عرابي	ت ٤٦٣٨٣	٢٢ شارع الجمهورية	ت ٩١٤٢٢٣
١٣ شارع المبتديان	ت ٢١١٨٧	باب الخلق [illegible]	ت ٩١٣٤٤٠

الاسكندرية	٤٩ شارع سعد زغلول ٢٢٩٢٥	**الجيزة**	١ ميدان الجيزة ت ٩٩٠٣١١
دمنهور	شارع عبد السلام الشاذلي ٢٦٠٥	**المنيا**	شارع ابن خصيب ت ٤٤٥٤
طنطا	ميدان الساعة ٢٥٩٤	**اسيوط**	٦ شارع الجمهورية ت ٢٠٣٢
المحلة الكبرى	ميدان المحطة ٤٢٧٧	**اسوان**	السوق السياحي ت ٢٩٣٠
المنصورة	أول شارع الثورة ٣٨٦٤		

مراكز التوزيع خارج ج . ع . م

لبنان : الشركة القومية للتوزيع - بيروت - شارع سوريا بناية أبناء صعد ومناع
العراق : الشركة القومية للتوزيع - بغداد - ميدان التحرير - عمارة [illegible]

وكلاء وعملاء دائمين خارج ج . ع . م

الكويت : وكالة المطبوعات ٢٧ شارع فهد السالم بالكويت
الاردن : مكتبة المحتسب - عمان
ليبيا : محمود عارف الشويهدي - طرابلس
اندونيسيا : عبد الله محمد الميلروس - جاكرتا
تونس : الشركة التونسية للتوزيع ٥ شارع قرطاج - تونس
الجزائر : ٩٢ شارع ديدوش مراد بالجزائر العاصمة
المغرب : المركز الثقافي العربي للنشر والتوزيع ٤٢ - ٤٤ الشارع الملكي - الأحباس - الدار البيضاء .
هولندا : مكتبة بريل - ليدن

الهيئة المصرية العامة للتأليف والنشر
في خدمة القارئ العربي

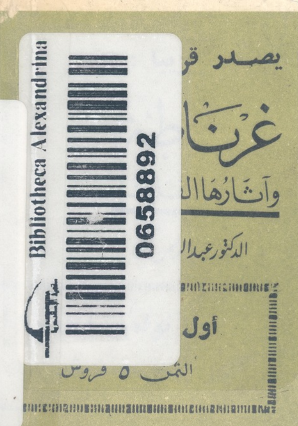


د . محمد مصطفى الفولى

- من مواليد الاسكندرية عام ١٩٣٩ .
- متخرج من كليـــة الزراعة ـ جامعة الاسكندرية عام ١٩٥٩ .

حصل على الدكتوراه فى الكيمياء الحيوية النبـاتية من جامعة ميونيخ الفنيـة فى المانيا عام ١٩٦٣ .

- باحث بالمركز القومى للبحوث .
- عضو فى بعض الجمعيات العلمية المحلية والاجنبية والدولية .
- من مؤلفاته : غذاء المستقبل من الكسب والبترول ـ العقل السليم فى الجسم السليم ـ الكيمياء فى خدمة الفلاح .



المكتبة الثقافية

(جامعة حرة)

- خلاصة الفكر القومى والانسانى
- تجعل المعرفة متعة تعمق الشعور بالحياة ، وسلاحًا يساعد على الانتصار فى معركة الحياة

يشرف على السلسلة

الدكتور شكرى محمد عياد